LE MAGAZINE DES NEUROSCIENCES, DE LA PSYCHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT PERSONNEL

N° 32 • BIMESTRIEL • septembre/octobre 2013

LE MONDE DE L'intelligence

NOUVELLE FORMULE

Comment réagit le cerveau lorsque nous écoutons une chanson pour la 1re fois? Quelle est l'explication neurologique du frisson musical?

- > Trouver la **mélodie du bonheur**
- > Physiologie des **goûts musicaux**
- > Voyage dans le **cerveau d'un musicien**

Le plaisir musical

RENCONTRE AVEC NOUS-MÊMES
CETTE PETITE VOIX DANS NOTRE TÊTE

NUTRITION
OMÉGA 3, L'ÉLIXIR COGNITIF ?

MÉDITEZ
POUR MIEUX VIVRE AVEC LES AUTRES

+ **LE CAHIER JEUX:** LOGIQUE, NOMBRES, OBSERVATION…

SCIENCES

Version Digitale

LE MONDE DE L'intelligence

BEL/LUX 5,90 € – SUI 11,50 CHF – CAN 9,50 $ CAN – DOM 6,80 € – TOM 950 XPF – ALL/ESP/GR/ITA/PORT.CONT. 7,10 € – MAROC 65 MAD

Collaborateurs



Ils comptent parmi les plus grands spécialistes mondiaux dans leur domaine et ont participé de près à la longue élaboration des sujets qui vous sont proposés dans ce numéro. Sans eux, le travail d'investigation de nos journalistes serait impossible !



CHANEL MEYERS est doctorante en psychologie au sein du laboratoire de Perception Sociale Intergroupes de l'université de Hawaï, États-Unis.



ÉRIC BURGUIÈRE est chercheur en neurobiologie à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière de l'Inserm, France.



AI KAWAKAMI est chargée de recherche au laboratoire Information émotionnelle du RIKEN Brain Science Institute, Japon.



YUNA FERGUSON est maître de conférences en psychologie à l'université d'État de Pennsylvanie, États-Unis.



DAVID DESTENO est chercheur en psychologie et directeur du laboratoire des émotions sociales de l'université Northeastern, États-Unis.



BARBARA KRAHÉ est professeur de psychologie sociale à l'université de Postdam, Allemagne.



PETER SCHNEIDER est chercheur en neurologie à l'université de Heidelberg, Allemagne.



BARBARA TILLMANN dirige l'équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique au Centre de Recherches en Neurosciences de Lyon, France.



STEPHEN HEDGER est doctorant en psychologie cognitive et en musicologie à l'université de Chicago, États-Unis.



STEFAN ELMER est chercheur au département de neuropsychologie de l'université de Zürich, Suisse.



ELYSE GEORGE est ex-assistante de recherche en neurosciences au Dartmouth College, États-Unis.



NAWEED SYED dirige le département de biologie et d'anatomie cellulaire de l'université de Calgary, Canada.



SYLVIE RENAUD est chercheuse en bioélectronique au laboratoire Intégration du Matériau au Système de l'université de Bordeaux, France.



PETER FROMHERZ est professeur honoraire au département Membrane et Neurophysique de l'Institut Max Planck de Biochimie, Allemagne.



MIGUEL NICOLELIS est le directeur du Nicolelis Laboratory de l'université Duke, États-Unis.



SLIMAN BENSMAIA est le directeur du Somatosensory Research Laboratory de l'université de Chicago, États-Unis.



ÉRIC RACINE est le directeur de l'unité de recherche en neuroéthique de l'Institut de Recherche Clinique de Montréal, Canada.



JEFFREY GRUEN est professeur de pédiatrie et de génétique à l'université Yale, États-Unis.



FABRICE GUILLAUME est maître de conférences en psychologie et en neuropsychologie cognitive à l'université d'Aix Marseille, France.



VALORIE SALIMPOOR est chercheuse en psychologie et neurosciences comportementales au Rotman Research Institute de Toronto, Canada.



JEAN-FRANÇOIS DÉMONET est directeur du Centre Leenaards de la mémoire du Centre hospitalier universitaire vaudois, Suisse.



CHARLES RAISON est professeur et chercheur en psychiatrie à l'université d'Arizona, États-Unis.



STEFAN HOFMANN est chercheur et directeur du laboratoire de recherche Psychothérapie et Emotion de l'université de Boston, États-Unis.



JOYCE POOLE est présidente de l'association ElephantVoices.



CLAUDIA STEPHAN chercheuse au département de biologie cognitive de l'université de Vienne, Autriche.



EDWARD A. WASSERMAN est professeur de psychologie expérimentale et chercheur à l'université de l'Iowa, États-Unis.



GUINEVERE EDEN est directrice du Centre pour l'Étude de l'Apprentissage de l'université Georgetown, États-Unis.

Le Monde de l'Intelligence est édité par Mondeo publishing SAS
RCS 2005 B 07734

Siège social
Mondeo publishing SAS
27, avenue de l'Opéra
75001 Paris

Coordonnées de la rédaction
Mondeo Publishing SAS
Le Monde de l'intelligence
4, rue Poirier
94160 Saint-Mandé
Tél. : 01.75.43.40.59
Fax : 01.75.43.40.18
redaction@mondeo.fr

Directeur de la publication
Gilles Harpoutian
(harpoutian@mondeo.fr)

Rédacteur en chef
Gilles Marchand

Maquette
Caroline Lormeau et Séverine Soury

Ont collaboré à ce numéro (rédaction)
Gilles Marchand, Clémence Gueidan, Suzanne Robic, Élodie Courtejoie, Claire Lecœuvre, Esther Leburgue, Julie Paysant, Marine Haquin et Bernard Myers.

Service Abonnement
Le Monde de l'intelligence
Service Abonnement
4, allée Charles V
94300 Vincennes
Tél. : 01.75.43.40.59
Fax : 01.75.43.40.18
lecteur@mondeo.fr
ou retrouvez-nous sur
facebook. com/monde-intelligence

Service ventes et réassorts pour les marchands
Pagure Presse
01.44.69.52.52

Distribution
PRESSTALIS
Commission paritaire et ISSN
CCPAP 0311 K 87703
ISSN n° 1778-7890

Ce magazine est imprimé en France à Ruitz (62) chez Léonce-Déprez.

Sommaire



RÉVOLUTION MÉDICALE
48 OPTOGÉNÉTIQUE Une idée lumineuse pour traiter les TOC
L'INTELLIGENCE ANIMALE
52 ÉLÉPHANTS : l'intelligence de la communauté
56 Des pigeons pas si bêtes...



édito
Pourquoi ce plaisir ?

De la petite chanson que l'on n'a jamais voulu écouter et qui pourtant nous entête – en passant par le fond musical d'un ascenseur, d'un supermarché, ou la bande sonore d'un film – notre ouïe est confrontée en permanence à la musique. Et pourtant, que savons-nous vraiment du plaisir procuré par l'esthétique musicale ? Qu'en savent vraiment les musiciens eux-mêmes ? Pourquoi certains ont-ils l'oreille absolue alors que d'autres seraient incapables de reproduire la moindre note de musique ? D'où nous vient le fameux frisson musical ? En somme, pourquoi ce plaisir musical ? Parce que « La musique nous ramène à nous » expliquait le poète Paul Valéry. Et c'est cette part de nous-mêmes que les neuroscientifiques tentent de nous expliquer à travers l'obser-vation du cerveau. Alors, comme le chantait le grand Jacques « Chauffe Marcel, chauffe ! »… certaines réponses risquent de vous surprendre ! **GH**

Prochain numéro :
Fin octobre 2013

Nous avons rendez-vous autour du 30, un mois sur deux.





ACTUS

MATTHIAS HANGST/AELTC/WIMBLEDON

Cécité

VOIR… AVEC SES OREILLES

C'est un nouvel espoir pour les personnes aveugles. Il s'agit d'un outil informatisé, nommé The vOICe, traduction de "la voix" en anglais avec "OIC" en majuscule – "Oh I See", "Oh je vois". Ce logiciel analyse une image transférée sur ordinateur et la convertit en une combinaison de sons pour former un "paysage" sonore. Celui-ci permet de former une image aux formes et dimensions très précises. D'après des expériences d'Alastair Haigh, de l'université de Londres, The vOICe est très facilement utilisable et donne de très bons résultats dès les premiers tests : les personnes peuvent "voir" l'image grâce aux sons générés par l'appareil. Pour les personnes partiellement ou complètement aveugles, les traitements actuels sont très invasifs : implants de cellules souches ou prothèses rétiniennes, afin d'acquérir ou restaurer la vue. Entraîner son cerveau avec The vOICe pourrait bien être un excellent complément ou même une alternative à ces traitements.

A. Haigh et coll., Frontiers in psychology, juin 2013.



DR

Sport

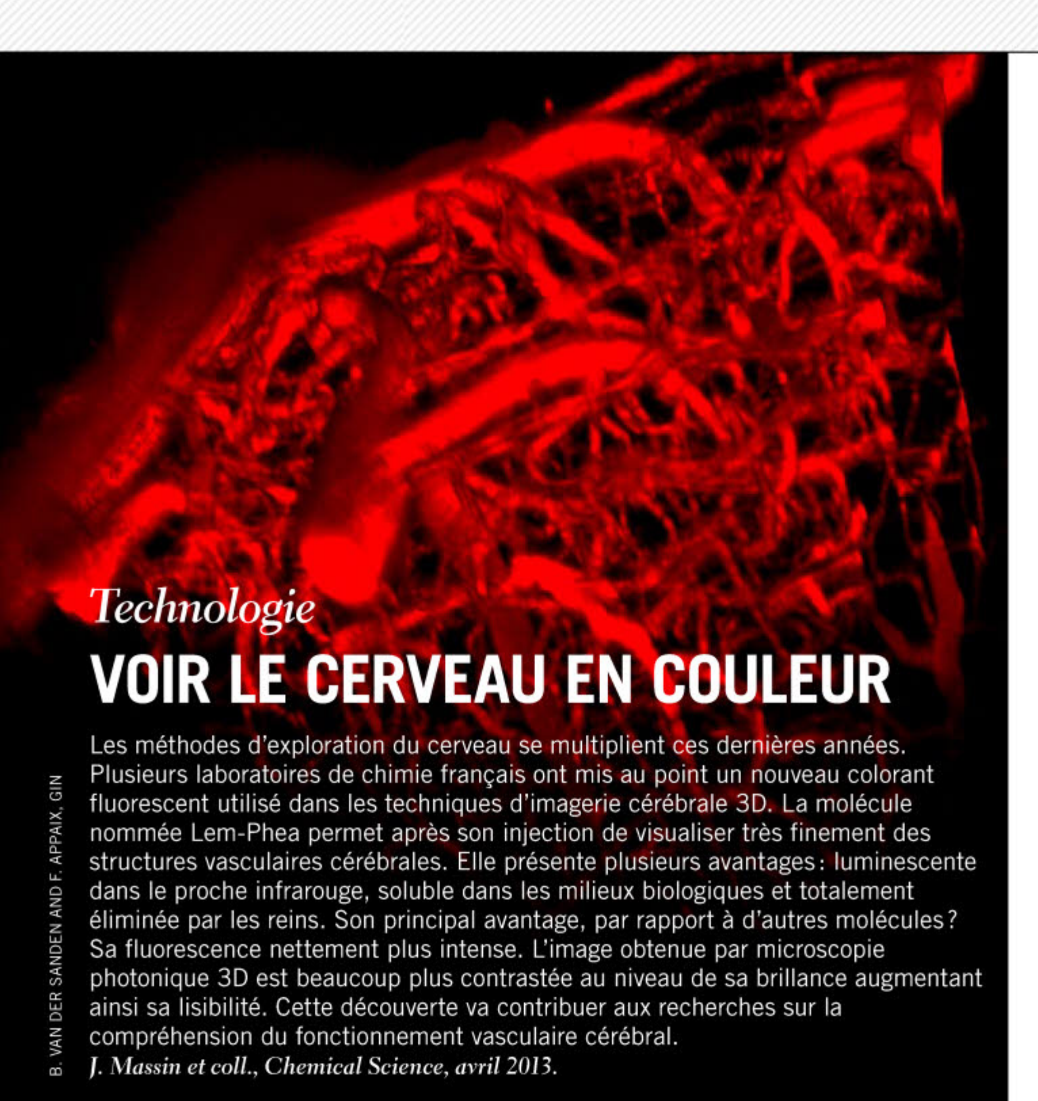
LA CLÉ DU SUCCÈS D'ANDY MURRAY

Vous avez peut-être assisté en direct au triomphe d'Andy Murray à Wimbledon, l'un des quatre plus grands tournois de tennis du monde. Des chercheurs de l'université de Birmingham et de Southampton pensent avoir découvert la clé du succès du joueur écossais : il sait gérer ses objectifs. En effet Andy Murray avait dû renoncer à un autre tournoi majeur, Roland Garros, pour pouvoir récupérer d'une blessure et aborder celui de Wimbledon sous les meilleurs auspices. D'après les chercheurs, les athlètes capables de reconnaître qu'un objectif est hors de portée et qui savent ainsi basculer leur motivation et leur concentration vers un autre but réussissent mieux à atteindre les grands objectifs de leur carrière. La motivation est aussi un important facteur de réussite. Être motivé par le plaisir de réussir ou par des motifs personnels est bien plus efficace dans l'accomplissement que des pressions extérieures ou un sentiment de culpabilité en cas d'échec. Au-delà des qualités physiques, la réussite sportive réside souvent dans un bon mental de champion !

N. Ntoumanis, pour l'Economic and Social Research Council, juin 2013.

J. Knoblich, un biologiste autrichien, vient d'annoncer avoir réussi à cultiver des "mini-cerveaux" (cortex et hippocampe) avec des cellules souches reprogrammées !

Nature, Août 2013



B. VAN DER SANDEN AND F. APPAIX, GIN

Technologie

VOIR LE CERVEAU EN COULEUR

Les méthodes d'exploration du cerveau se multiplient ces dernières années. Plusieurs laboratoires de chimie français ont mis au point un nouveau colorant fluorescent utilisé dans les techniques d'imagerie cérébrale 3D. La molécule nommée Lem-Phea permet après son injection de visualiser très finement des structures vasculaires cérébrales. Elle présente plusieurs avantages : luminescente dans le proche infrarouge, soluble dans les milieux biologiques et totalement éliminée par les reins. Son principal avantage, par rapport à d'autres molécules ? Sa fluorescence nettement plus intense. L'image obtenue par microscopie photonique 3D est beaucoup plus contrastée au niveau de sa brillance augmentant ainsi sa lisibilité. Cette découverte va contribuer aux recherches sur la compréhension du fonctionnement vasculaire cérébral.

J. Massin et coll., Chemical Science, avril 2013.

Amour

LES JALOUX S'IDENTIFIENT À LEURS RIVAUX

Qui n'a jamais été au moins une fois fou, vert ou pâle de jalousie ? L'intensité de ce sentiment anxiogène est plus ou moins prononcée chez certaines personnes. Voir notre partenaire intéressé par une autre personne réveille un sentiment de jalousie « romantique ». Le rival potentiel représente quant à lui une menace pour l'équilibre de la relation avec le bien-aimé. D'après une étude récente, une personne jalouse a tendance à modifier sa vision d'elle-même afin de se sentir semblable à la personne jalousée. Par exemple, le partenaire qui imagine que son rival romantique est athlétique ou mélomane déclare à la fin de l'étude être plus enclin au footing ou à la musique qu'au début. Cette forme de mimétisme du jaloux aurait pour ambition, selon les psychologues, de retenir davantage l'attention de son partenaire.

E.B. Slotter et coll., Personality and Social Psychology, juin 2013.

VIEILLISSEMENT

À l'image de la durée de vie, l'intelligence de nos seniors augmente sensiblement d'une génération à l'autre. Durant plus de dix ans, une équipe danoise a comparé les capacités cognitives de 5 000 personnes nées en 1905 et 1915. Les plus performantes au même âge sont de loin celles nées en 1915. Ceci peut s'expliquer par le fait que les enfants de 1915 ont bénéficié de meilleures conditions de vie et de travail. Ils ont aussi eu accès à de nouvelles voies d'information (télévision, journaux) plus tôt dans leur vie, que ceux nés 10 ans plus tôt.

PRISE DE DÉCISION

Les agences de sécurité nationale (telle que la CIA américaine ou le MI5 anglais) sont en permanence confrontées à des situations nécessitant de faire des choix cruciaux. Comparés à un groupe d'étudiants, leurs agents seraient plus aptes à prendre des décisions… irrationnelles et inconsidérées ! Ils sont aussi plus sûrs de leurs décisions et traitent différemment des scénarios identiques, mais formulés de manière variée. L'expérience n'apporte pas plus de rationalité aux agents, bien au contraire…

MÉNOPAUSE

Chez la femme ménopausée, les mécanismes physiologiques entraînant des bouffées de chaleur sont encore mal connus. Des chercheurs se sont penchés sur le niveau d'activité de certaines zones cérébrales pendant la phase de sensation de chaleur intense. L'activité dans le raphé médullaire et le raphé dorsal, des régions impliquées dans la régulation thermique, est plus importante au début de la bouffée. Cette nouvelle donnée va permettre d'examiner si des pharmacothérapies spécifiques pour la ménopause modifient ces réponses régionales du cerveau.

TOXICOMANIE

Le topiramate est connu pour soigner les crises d'épilepsie et les fortes migraines. D'après une étude clinique qui s'est déroulée sur 13 semaines, ce médicament anticonvulsif peut améliorer le sevrage des personnes dépendantes à la cocaïne. 20 % de la population cocaïnomane traitée avec du topiramate s'est abstenue de consommer de la drogue les trois dernières semaines de traitement.


DMITRII KOTIN / GETTYIMAGES

Conférences TED

DES IDÉES QUI MÉRITENT D'ÊTRE DIFFUSÉES

Les conférences TED, créées en 1984, ont une grande vocation : diffuser largement des idées qui le méritent. Chaque année, deux grands évènements TED sont organisés : durant le printemps à Vancouver (Canada) et en été à Edimbourg (Ecosse). Durant quatre jours, plus de 50 conférences sont présentées. Au départ, l'idée était de réunir des spécialistes de trois spécialités : les technologies, le divertissement et le design (soit Technology, Entertainment, Design, TED). Depuis, les conférences TED ont évolué et ce sont des personnalités de tous horizons qui sont mis au défi de captiver l'assistance en une courte présentation (moins de 18 minutes). Les meilleures interventions sont partagées sur le site internet ted. com, puis elles peuvent être traduites en une centaine de langues. Vous pouvez notamment trouver plus de 1 800 conférences traduites en français. Neuroscientifiques, mais aussi romanciers et autres économistes sont souvent invités à aborder les sujets phares des sciences cognitives ou de l'intelligence artificielle de façon surprenante et parfois provocante. Dernièrement l'auteur de romans de science-fiction Daniel Suarez a posé une question fondamentale : face à la multiplication des drones dotés d'intelligence artificielle pour remplacer les soldats, pourrait-on un jour leur laisser la décision de tuer un ennemi ? Plus drôle, l'économiste comportemental Colin Camerer a démontré que les chimpanzés sont plus doués que nous lorsqu'il s'agit de trouver un accord ! David Anderson, neurobiologiste, démontre quant à lui comment un groupe de mouches à fruits peut nous indiquer comment mieux traiter certains troubles psychiatriques...

Pour en savoir plus : www.ted.com/translate/languages/fr

TED. COM



Dépression

AVOIR DES OBJECTIFS TROP GÉNÉRAUX ENTRETIENT LA DÉPRESSION

Lorsqu'on est touché par une dépression, il est difficile d'envisager l'avenir avec conviction. D'après une nouvelle étude, les personnes dépressives ont tendance à avoir des objectifs trop généraux. Ils envisagent par exemple d'"être heureux" plutôt que d'"améliorer leur temps de course sur 5 km avant la fin de l'hiver". Ils ont autant de buts dans la vie que n'importe qui et ne trouvent pas davantage de raisons pour abandonner. Seulement, les buts qu'ils se fixent sont trop abstraits et donc plus difficiles à visualiser, il est donc compliqué de s'imaginer les atteindre. La démotivation se fait sentir et la dépression est entretenue. Traiter la dépression pourrait donc passer par une phase d'encouragement à peaufiner ses objectifs afin qu'ils soient plus concrets. Pour Joanne Dickson, l'auteur des travaux, le fait d'aider les personnes dépressives à se fixer des objectifs bien spécifiques devrait améliorer leur chance de les atteindre, ce qui romprait la spirale de la négativité qui est couplée à la dépression.
J. Dickson et Coll., PLoS ONE, mai 2013.



GETTYIMAGES

Autisme

FIV, POLLUTION, ANTICORPS MATERNELS : LE POINT SUR LES FACTEURS DE RISQUE

Chaque année en France, 8000 enfants naissent autistes, soit environ 1 enfant sur 50. Outre certaines prédispositions génétiques, plusieurs facteurs de risque liés à l'environnement ou au déroulement de la grossesse seraient impliqués. Que disent les dernières études sur le sujet ?

Il est un facteur de plus en plus souvent mis en cause dans la manifestation de différentes maladies, notamment celles touchant au développement comme l'autisme : la pollution. Celle-ci semble favoriser plusieurs troubles du spectre autistique : l'autisme, le syndrome de Rett et le syndrome d'Asperger entre autres. D'après une récente étude d'Andrea Roberts (université Harvard), les Américaines exposées à de hauts niveaux de pollution de l'air durant leur grossesse présentent un risque deux fois plus élevé d'avoir un enfant autiste. Parmi les polluants aériens, on trouve les particules diesel rejetées par les voitures, des métaux ferriques ou encore le chlorure de méthylène, un solvant très volatil notamment utilisé comme pesticide.

En admettant que la future maman vive dans un environnement sain, le risque pourrait bien venir de son propre corps. Lors de la grossesse, des anticorps maternels traversent le placenta et protègent le fœtus en conférant à l'enfant des propriétés immunitaires de sa mère. Or ces anticorps peuvent être accompagnés d'auto-anticorps qui, eux, présentent des risques pour le fœtus. Une molécule nommée auto-anticorps immunoglobuline de type G (IgG) est responsable d'une forme d'autisme, maintenant appelée autisme associé aux anticorps maternels (maternal antibody-related autism ou MAR autism en anglais). L'autisme MAR pourrait représenter 23 % des recensés. Afin de mieux connaître ce type d'autisme, Melissa Bauman, chercheuse à l'Institut UC Davis MIND, étudie la grossesse et le comportement de ces auto-anticorps chez des primates (des macaques femelles de l'espèce Macaca mullata).

Enfin, pour celles qui auraient des difficultés à concevoir un enfant naturellement, l'une des alternatives est le recours à une fécondation in vitro (FIV). Sauf que, depuis ses débuts en 1978, la FIV est suspectée d'augmenter les risques d'autisme chez l'enfant. Elle implique en effet de nombreux processus pouvant perturber le développement du bébé, notamment les traitements hormonaux.

Or d'après Marcelle Cedars, auteure de l'étude la plus large et la plus complète à ce jour sur le sujet, il n'en est rien ! Un enfant né d'une FIV ne serait pas plus enclin à développer une forme d'autisme qu'un enfant conçu naturellement. Enfin une bonne nouvelle !

W. Schuett et coll., Biology Letters, juin 2013.


ASHLEY WHITWORTH/GETTYIMAGES

Intelligence animale

PERSONNALITÉ : INNÉE OU ACQUISE ?

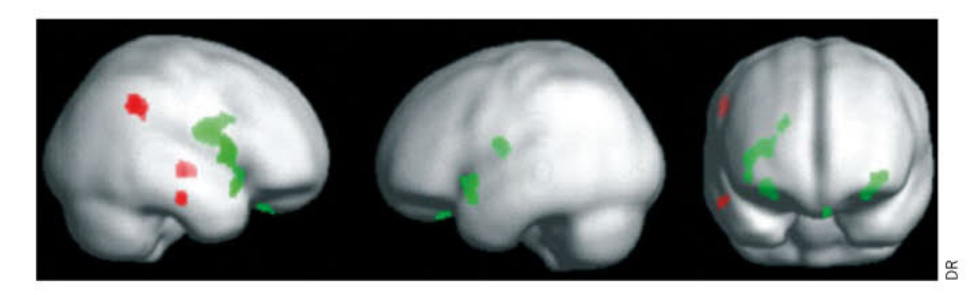
On s'interroge souvent sur les facteurs qui construisent notre personnalité : quelle est la part imputable à une transmission génétique et celle déterminée par le milieu dans lequel nous grandissons ?
Des chercheurs anglophones en zoologie se sont intéressés à cette part d'inné et d'acquis dans la transmission des caractères chez l'oiseau diamant mandarin. 150 oiseaux ont été sélectionnés et étudiés pendant une année. Certains étaient élevés par leurs parents biologiques et les autres par des parents adoptifs. Les chercheurs ont observé le comportement « explorateur » des oiseaux en mesurant la surface moyenne que chacun occupait. Leur aptitude à explorer de nouveaux territoires est sous l'influence du comportement des parents avec lesquels ils ont grandi. D'autres aspects ont été pris en compte, comme le rang de naissance, la taille de la couvée ou le sexe de l'animal. Ces facteurs n'auraient a priori pas d'influence sur la personnalité de l'oiseau. D'autres investigations sont nécessaires pour évaluer l'ampleur de cette transmission environnementale des caractères chez les animaux.
W. Schuett et coll., Biology Letters, juin 2013.

Enfance

ANALYSER LES PLEURS POUR DIAGNOSTIQUER LES TROUBLES DU BÉBÉ

Les pleurs d'un bébé peuvent être synonymes de faim, de fatigue ou d'inconfort, mais ils peuvent également indiquer des troubles bien plus graves. De nombreuses maladies se manifestent par des changements dans l'acoustique des pleurs d'après Stephen Sheinkopf, de l'université de Brown. C'est pourquoi il a participé à la mise au point d'un outil permettant d'analyser avec précision les sons émis lorsque l'enfant pleure. Tout d'abord, l'analyseur sépare l'enregistrement d'un pleur en séquences de 12,5 millisecondes. Chaque séquence est analysée suivant plus de 80 paramètres, tels que le volume acoustique ou la fréquence du son. Ensuite, l'analyseur trie les paramètres enregistrés pour ne garder que les plus pertinents et les séquences sont de nouveau assemblées après avoir été caractérisées par un silence ou une parole (du type "wah"). Cette nouvelle séquence pourrait révéler des problèmes neurologiques aussi efficacement que des examens plus lourds et compliqués à utiliser avec des bébés (comme l'IRM). Barry Lester, autre concepteur de l'outil, considère que les pleurs sont comme une fenêtre ouverte sur le cerveau.
B. Reggiannini et coll., Journal of Speech, Language and Hearing Research, à paraître.


JAMES PAULS/GETTYIMAGES



DR

Troubles alimentaires

PLUSIEURS ZONES CÉRÉBRALES CONCERNÉES

4 % de la population féminine en France est victime de trouble alimentaire du comportement comme l'anorexie et la boulimie. Un véritable enjeu de santé publique, auquel les neurosciences apportent aujourd'hui des réponses en identifiant les zones cérébrales impliquées.

On sait que les personnes souffrant d'anorexie ou de boulimie présentent des altérations dans certaines zones cérébrales. De nouvelles études précisent aujourd'hui les régions concernées et leur rôle dans les dysfonctionnements alimentaires. L'une d'elles, menée par des chercheurs de l'université du Colorado, permet de mieux comprendre, grâce aux images cérébrales, les structures impliquées. Les chercheurs ont notamment démontré que le volume de substance grise dans le gyrus rectus, une zone du cortex orbitofrontal médian, est plus important chez les anorexiques comme les boulimiques. L'origine de cette augmentation reste encore discutée. Cependant d'après des tests d'appréciation au goût sucré, plus le volume du gyrus rectus est important, plus le niveau d'appréciation du sucré est élevé. Cette corrélation laisse à penser que cette aire cérébrale a été modifiée suite à une sollicitation excessive. Les deux troubles alimentaires se distinguent au niveau de la matière grise de l'aire insulaire antérieure ventrale (IAV) : les anorexiques présentent un volume augmenté du côté droit tandis que pour les boulimiques, c'est le côté gauche qui est plus volumineux. Une autre étude, toujours dirigée par la même équipe de chercheurs, a tenté de comprendre le rôle de l'IAV dans les troubles alimentaires en stimulant les circuits neuronaux impliqués dans la sensation de récompense. La restriction alimentaire et la perte de poids liées à l'anorexie seraient dues à une absence de reconnaissance du signal de faim. Ce dernier serait, au contraire, détecté trop intensément dans le cas des comportements boulimiques. De plus, l'activation de l'IAV gauche peut interférer avec les sensations internes modulant le sentiment de satiété. Quel est l'impact de cette découverte ? Les modifications de l'activité de l'IAV par des médicaments pourraient permettre d'augmenter la sensation de faim chez les anorexiques et de l'atténuer chez le boulimique. D'autres études sur les structures cérébrales et les fonctions associées sont nécessaires pour réussir à comprendre comment interagissent le volume cérébral et les comportements alimentaires associés. Un enjeu essentiel pour améliorer le traitement de ces maladies chroniques dangereuses pour la santé…

G.K.W. Franck et coll., American Journal Psychiatry, mai 2013 ; T.A. Oberndorfer et coll., American Journal Psychiatry, juin 2013.

INTELLIGENCE ANIMALE

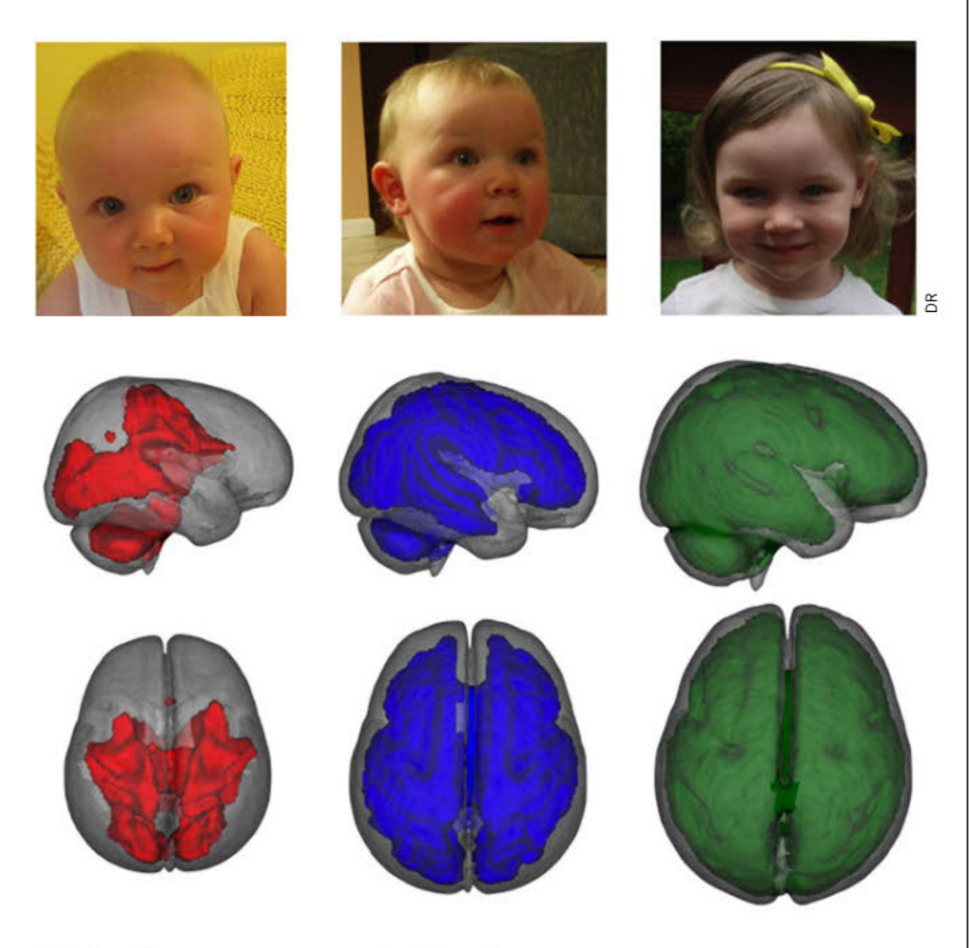
Le lien qui se crée entre un chien et son maître serait similaire à celui d'un enfant avec un parent. Quand il s'agit d'évoluer dans son environnement, de découvrir de nouveaux lieux ou de nouvelles activités, le chien voit en son maître un repère, une base solide et sécurisée vers laquelle revenir en cas d'inquiétude. Le chien semble aussi plus motivé pour s'améliorer ou plus confiant dans la réalisation d'une tâche demandée lorsque son maître le regarde.

CYBERPSYCHOLOGY

Facebook serait-il un nouvel allié de la communication familiale ? Selon une étude récente portant sur 500 familles, menée par l'Institut de Brigham Young dans l'Utah, les réseaux sociaux tels que Facebook ou Twitter peuvent être de bons outils pour renforcer la communication entre les parents et leurs ados. Ces derniers auraient un niveau de comportement “pro-social” plus élevé, les rendant plus généreux et ouverts aux autres. Il est cependant conseillé aux parents de ne pas abuser de ce moyen de communication avec leur ado et surtout, de respecter sa sphère intime.

CRÉATIVITÉ

Quel est le secret des créatifs et scientifiques ? Ils auraient été des adolescents particulièrement doués en représentation spatiale.
En étudiant le devenir d'adolescents des années 1970, des chercheurs américains se sont aperçus que ceux qui présentaient de bonnes compétences pour manipuler des objets 2D et 3D vers l'âge de 13 ans, ont tendance à se révéler aujourd'hui des innovateurs dans les domaines des sciences et des techniques. Espérons que cette découverte offrira de nouvelles possibilités pour l'identification précoce des talents.



Développement cérébral

LES BÉNÉFICES DE L'ALLAITEMENT

On sait déjà que l'allaitement a un impact positif sur le système immunitaire du nouveau-né. Comme le montre une étude menée par des chercheurs de l'université Brown, aux États-Unis, le cerveau peut également en retirer des bénéfices. Des images obtenues par la technique d'IRM fonctionnelle ont révélé que des enfants alimentés au moins pendant trois mois par la voie de l'allaitement maternel ont tendance à présenter une croissance supplémentaire dans certaines zones cérébrales, en comparaison à des enfants exclusivement nourris au lait maternisé. C'est notamment le cas dans les régions du cerveau associées au langage, à la fonction émotionnelle, et à la cognition. Plus précisément, c'est la matière blanche myélinisée qui présente un développement augmenté de l'ordre de 20 à 30 %. Cette gaine de myéline qui entoure les axones des neurones est responsable de la propagation des informations dans le système nerveux. Au niveau des performances, les enfants âgés de 4 ans sont en moyenne meilleurs au niveau du langage et de la motricité volontaire. La durée de l'allaitement est également une variable à prendre en compte : la croissance du cerveau est nettement supérieure chez les bébés buvant du lait maternel pendant au moins une année.

S.C.L Deoni et coll., Neuroimage, juin 2013.

Schizophrénie

SUR LA PISTE DE NOUVEAUX TRAITEMENTS

Des chercheurs de l'école de médecine de Boston ont découvert des indices importants sur une voie biochimique cérébrale qui pourrait un jour révolutionner le traitement des symptômes de la schizophrénie. On sait que les traitements pharmacologiques existants, comme les neuroleptiques, ne sont pas toujours adaptés en raison des effets secondaires qu'ils produisent chez le patient. Trouver la bonne molécule et le bon dosage est un véritable combat pour les personnes schizophrènes. D'un point de vue physiologique, elles possèeeraient des récepteurs NMDA (N-méthyl-D-Aspartate) défectueux sur leurs cellules nerveuses. Or ces récepteurs jouent un rôle fondamental en laissant passer des ions calcium à l'intérieur des cellules nerveuses. Ils régulent ainsi le potentiel électrique des cellules et donc leur capacité à communiquer entre elles. Leur bon fonctionnement est essentiel, entre autres, pour la mémoire et la plasticité cérébrale.

Les chercheurs ont démontré que les récepteurs NMDA peuvent être stimulés par un composé chimique de nature lipidique, appartenant à la famille des neurostéroïdes, qui leur permet de migrer vers la membrane de la cellule et de remplir leur rôle vis-à-vis du passage calcique. En augmentant ainsi leur nombre sur la surface membranaire, on imagine que la déficience des récepteurs retrouvés chez les schizophrènes pourrait être compensée. Le fonctionnement exact de cette boucle de régulation biochimique reste à déchiffrer entièrement avant d'envisager un traitement adapté aux malades.

E. Kostakis et coll., Molecular Pharmacology, mai 2013.



MICHELE PRINCIGALLI/GETTYIMAGES

Évolution

PARLER AVEC LES MAINS : UN HÉRITAGE ANCESTRAL

Utiliser ses mains pour mieux se faire comprendre, gesticuler au téléphone, s'agiter durant une conversation : nous joignons très souvent le geste à la parole ! Et pour cause… Andrew Bass, qui a récemment présenté les fruits de son travail durant une conférence pour la Society for Experimental Biology à Valence, a tracé les origines évolutives de l'association entre le discours et le mouvement des mains jusqu'à une unique région du cerveau chez les poissons. En les étudiant, il a en effet découvert que leurs membres antérieurs, les nageoires pectorales (l'équivalent de nos bras), jouent un rôle dans la communication. Pour Andrew Bass, ces mouvements, perçus comme des "signaux non-vocaux", ont toujours été présents chez les poissons. Ainsi durant l'évolution, les mammifères que nous sommes ont conservé cet aspect de la communication et nous continuons d'associer la gestuelle des mains à notre discours.

A. Bass, étude à paraître.

Développement

LES EFFETS NÉGATIFS DES HEURES DE COUCHER IRRÉGULIÈRES

Durant les vacances, les règles se relâchent, l'heure de coucher est plus tardive et surtout plus aléatoire. Pour le plus grand bonheur des enfants ! Mais lorsque l'irrégularité devient la norme toute l'année, le développement cognitif peut être impacté. C'est ce que suggère une étude britannique menée auprès de 11 000 petits suivis entre l'âge de 3 et 7 ans : l'heure à laquelle un enfant se couche et le respect d'une heure fixe ont des conséquences à long terme sur ses performances cognitives. L'irrégularité de l'heure du coucher pourrait dérégler les rythmes naturels du corps et perturber le sommeil, provoquant une moins bonne plasticité du cerveau et donc des difficultés à acquérir et retenir des informations. En particulier, un manque de régularité de l'heure du coucher vers l'âge de 3 ans, période clé du développement cognitif, est associé à des scores inférieurs en lecture, en maths et en perception spatiale chez les enfants lorsqu'ils sont plus grands. Avec la rentrée, c'est le bon moment pour (re)prendre de bonnes habitudes !

Y. Kelly et coll., Journal of Epidemiology and Community Health, juillet 2013.

NATY STRAWBERRY - FOTOLIA

Langage

NOS ANCÊTRES PARLAIENT-ILS LA MÊME LANGUE QUE NÉANDERTAL ?

L'acquisition du langage par nos ancêtres constitue une étape majeure dans l'évolution de l'homme moderne. Alors que l'on situe habituellement cet évènement à 100 000 années, une étude repousse cette date à 500 000 ans avant notre ère ! Le dernier ancêtre commun à l'homme moderne et l'homme de Neandertal devait déjà avoir les capacités cognitives nécessaires au langage moderne et les aurait transmises à ces descendants. Les données archéologiques et génétiques confirment la rencontre entre Néandertal et nos ancêtres : il y a eu des échanges génétiques, mais aussi culturels. Si le langage des deux espèces était similaire, elles ont pu avoir des conversations et interagir. L'une des deux espèces aurait ainsi adopté le langage de l'autre, ou la rencontre a pu donner naissance à une nouvelle langue. Notre langue a pu garder des traces de cette rencontre entre les deux espèces. Peut-être parlons-nous encore la langue de Néandertal !

D. Dediu et S. Levinson, Frontiers in psychology, juillet 2013.


DOSSIER
Musique
& cerveau :
en mode majeur !

Musique & cerveau : en mode majeur !

DOSSIER RÉALISÉ PAR CLÉMENCE GUEIDAN ET GILLES MARCHAND

Troisième activité culturelle préférée des Français, d'après un sondage publié en 2011 par la Sacem, la musique occupe en moyenne 1 heure 10 de notre temps quotidien. Classique, hard rock, techno minimaliste ou variété française : à chacun ses préférences, aujourd'hui étudiées par les neuroscientifiques qui semblent se passionner pour le sujet. Comment réagit le cerveau lorsque nous entendons une chanson pour la première fois ? Quelle est l'explication neurologique du frisson musical ? La musique adoucit-elle vraiment les mœurs ? À toutes ces questions, la science apporte aujourd'hui des réponses, dont certaines sont très surprenantes. Elle révèle également la partition cérébrale des personnes dotées de l'oreille absolue ou au contraire incapables d'identifier une note de musique. Et décrypte, chez les musiciens, la façon dont le cerveau est transformé par d'innombrables heures de pratique. En avant la musique !

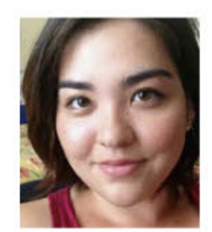


Tous les goûts sont dans notre cerveau !

Musique classique, hard rock, techno minimaliste ou variété française… Tous les goûts sont dans la nature, mais comment expliquer que certains d'entre nous ne jurent que par le jazz tandis que d'autres sont mordus de chants grégoriens ? La recherche révèle les secrets de nos préférences musicales, la manière dont elles se forment, et ce qui se passe dans notre cerveau lorsque nous entendons une chanson pour la première fois.



CRISTIAN GABRIEL KEREKES/FOTOLIA



CHANEL MEYERS est doctorante en psychologie au sein du laboratoire de Perception Sociale Intergroupes de l'université d'Hawaï, États-Unis.



VALORIE SALIMPOOR est chercheuse en psychologie et neurosciences comportementales au Rotman Research Institute de Toronto, Canada.

Comme tous les matins, c'est en musique que votre journée démarre. Sous la douche vous fredonnez le nouveau titre de votre groupe favori, puis prenez votre petit déjeuner en regardant quelques clips. Sur la route pour vous rendre au travail, vous zappez de fréquence en fréquence sur l'autoradio à la recherche de chansons en accord avec vos goûts. Ah ! Ca y est, enfin un morceau que vous appréciez ! D'après un sondage réalisé en 2011 pour la Sacem (Société des Auteurs, Compositeurs et Éditeurs de musique), avec 1 heure 10 en moyenne d'écoute quotidienne, la musique est la troisième activité préférée des français. Mais derrière ces chiffres se cache une multitude de styles musicaux différents. De la variété au heavy métal en passant par la musique classique, comment se forment nos goûts musicaux ?

EXPOSITION RÉPÉTÉE ET INFLUENCE SOCIALE. Pour Chanel Meyers, doctorante en psychologie culturelle à l'université d'Hawaï, l'origine de nos préférences musicales repose sur plusieurs facteurs, à commencer par l'exposition : « plus vous êtes exposé à un type de musique, plus vous serez susceptible de l'apprécier ». Ainsi, si vous avez grandi au sein d'une famille qui écoute beaucoup de musique ▶



Dis moi ce que tu écoutes et je te dirai qui tu es...

Existe-t-il un lien entre notre personnalité et nos préférences musicales? Plusieurs chercheurs se sont penchés sur la question et tous les résultats semblent converger dans cette direction… Pour étudier cette hypothèse, on utilise généralement des tests de personnalités basés sur les Big Five, c'est-à-dire les cinq traits principaux que l'on retrouve chez tout un chacun à divers degrés: l'ouverture à l'expérience, le caractère consciencieux, l'extraversion, le caractère agréable et le névrosisme – qui correspond à la tendance à éprouver facilement des émotions désagréables comme la colère ou l'inquiétude.

Ces dernières années, des travaux ont ainsi mis en évidence une corrélation positive entre l'ouverture à l'expérience et la préférence pour les musiques complexes, comme le jazz. Un goût qui pourrait s'expliquer par le fait que les personnes présentant ce trait de personnalité sont plus susceptibles de comprendre et d'apprécier les techniques musicales pointues, sans être rebutées par des mélodies ou des rythmes qui peuvent paraître déroutants au premier abord. Par ailleurs, il existerait un lien entre l'extraversion et le fait que l'on aime écouter de la musique joyeuse et énergique. Les individus qui préfèrent ce style musical ont également tendance à être plus agréables et possèderaient une estime de soi plus développée. Un goût prononcé pour la musique classique peut aussi être associé à une haute estime de soi, mais aussi à une tendance au névrotisme.

Si ces résultats semblent se conformer aux stéréotypes habituels, la plus grande étude menée sur ce sujet indique qu'il ne faut pas toujours se fier aux apparences. En effet, d'après cette enquête qui rassemble 36 000 participants, les amateurs de rap et de hip-hop présenteraient un niveau élevé de sociabilité, les fans de rock indépendant manqueraient d'amour-propre et les personnes appréciant la musique country ou la pop seraient consciencieuses dans leur vie professionnelle. Enfin, contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, les passionnés de heavy métal seraient des personnes plutôt douces.

RÉFÉRENCES

■ A. Langmeyer, A. Guglhör-Rudan et C. Tarnai, *What do music preferences reveal about personality?,* Journal of Individual Differences, avril 2012.
■ A.C. North et D.J. Hargreaves, The social and applied psychology of music, Oxford University Press, 2008.


STANISLAV RISHNYAK/GETTY IMAGES

> L'exposition et l'influence sociale jouent un rôle clé dans la formation de nos goûts musicaux

classique, il y a toutes les chances pour que vous y preniez goût. « La surexposition peut toutefois conduire à chercher des musiques nouvelles et différentes », précise la chercheuse. Un besoin de se démarquer qui peut se révéler particulièrement prégnant à l'adolescence.

Cette période de la vie jouerait un rôle pivot dans le développement de nos goûts musicaux, car elle coïncide avec la structuration de notre identité personnelle. Pour la chercheuse, « pendant cette étape où l'on traverse de nombreux changements physiques et émotionnels, la musique peut servir de "badge d'identité", de vecteur pour l'expression de soi, et apporte une forme d'anti-stress ». Si nous restons généralement attachés au style musical qui a bercé notre adolescence, nos préférences ne sont pas pour autant figées à l'âge adulte. « La personnalité et la perception peuvent évoluer, explique Chanel Meyers, ce qui peut potentiellement affecter nos goûts musicaux. »

UN STOCK CORTICAL D'INFORMATIONS SONORES. D'ailleurs, le poids de l'influence sociale peut avoir un fort impact sur les types de musique que nous apprécions : en 2006, une étude menée par des sociologues américains avait montré que les consommateurs achètent plus volontiers un titre qui se vend bien, peu importe sa qualité intrinsèque. Confrontés au Top 50 et autres Hit-parades, nous aurions donc tendance à apprécier la musique par mimétisme – ce que les maisons de disques ont bien compris.

Nos goûts évoluent donc et sont largement façonnés par notre environnement, mais comment s'expriment-ils sur le plan cérébral ? C'est tout d'abord du côté du cortex temporal supérieur qu'il faut regarder. « Cette partie du cerveau est responsable du stockage de modèles d'information sonore, c'est-à-dire des relations entre les sons, de la manière dont ils sont organisés entre eux et de ceux que nous préférons », détaille Valorie Salimpoor, chercheuse en neurosciences du Rotman Research Institute de Toronto. D'après elle, nous possédons tous un cortex temporal supérieur unique, façonné par tous les sons et toutes les musiques que nous avons entendus au cours de notre vie. « En fonction des styles musicaux que nous avons l'habitude d'écouter, des genres auxquels nous sommes habituellement exposés, de la génération au sein de laquelle nous avons grandi et de la musique que notre groupe de pairs écoute, nous développons notre propre stock cortical d'informations sonores. »

Le cerveau des goûts musicaux

Notre noyau accumbens (bleu) émet des prédictions relatives à la musique que nous entendons, en s'appuyant sur le stock d'informations sonores présent dans notre cortex temporal supérieur. Le cortex frontal inférieur (jaune), l'amygdale et le cortex préfrontal médian (rouge), traitent ensuite la séquence musicale et lui attribuent une valeur de récompense et une coloration émotionnelle.

CORTEX TEMPORAL SUPÉRIEUR
Modèles de musique déjà entendue.

CORTEX FRONTAL INFÉRIEUR
Séquençage de haut niveau.

NOYAU ACCUMBENS
Prédiction de la valeur de récompense.

AMYGDALE ET CORTEX PRÉFRONTAL MÉDIAN
Traitement émotionnel et évaluation de haut niveau du stimuli abstrait.

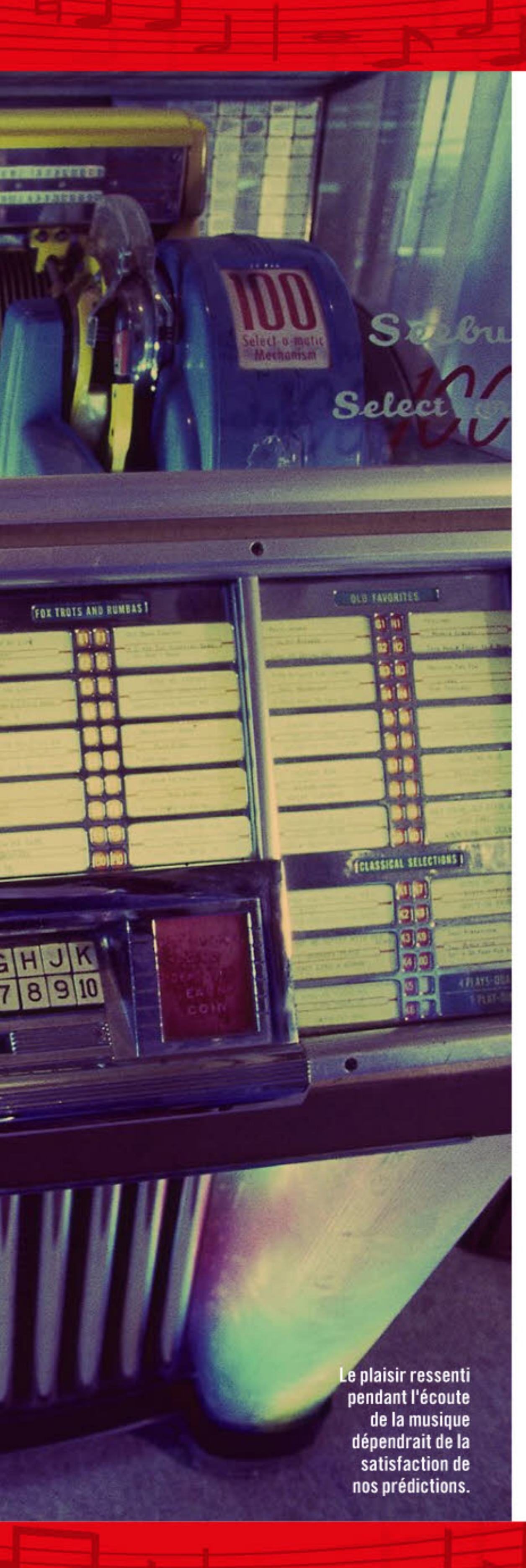


PETER FINNIE - BEN BEHESHTI

LE CERVEAU, MACHINE À PRÉDICTIONS. À partir de ce stock, notre cerveau serait capable de décoder les relations tonales ou rythmiques des chansons que nous écoutons pour les comparer à celles que nous avons déjà emmagasinées. Pour la chercheuse, « le cerveau fonctionne comme une machine à prédictions dont l'objectif est de prévoir des informations pouvant avoir une valeur de récompense pour l'organisme ». Pris isolément, les sons qui constituent la musique ne signifient pas grand-chose pour nous, mais lorsque ceux-ci correspondent ou ressemblent à une séquence que nous connaissons, notre cerveau peut identifier cet assemblage comme quelque chose de plaisant – une récompense. Ainsi, lorsque nous entendons un morceau, « nous faisons, sans nous en rendre compte, des prédictions sur la progression de la mélodie, l'harmonie ou la temporalité du son suivant, et le niveau auquel ces prédictions se réalisent détermine à quel point nous apprécions ce morceau ».

Valorie Salimpoor souligne par ailleurs l'importance des émotions dans la constitution de notre stock cortical : « il est probable que lorsque vous entendez des sons dans un contexte joyeux, triste ou lié à d'autres émotions, cette valeur émotionnelle est enregistrée dans votre cerveau en même temps que les séquences sonores ». Les sons et les chansons en question deviendraient alors de puissants déclencheurs de souvenirs, à la manière de la madeleine de Proust. En outre, notre culture et nos expériences d'écoute influencent elles aussi largement la valeur émotionnelle que nous attribuons à certaines combinaisons sonores : « par exemple de nombreuses per-

> « Nous formons en permanence des prédictions lorsque nous écoutons de la musique, même si nous ne l'avons jamais entendue auparavant »



Le plaisir ressenti pendant l'écoute de la musique dépendrait de la satisfaction de nos prédictions.

> Les sons et les chansons en question deviendraient alors de puissants déclencheurs de souvenirs, à la manière de la madeleine de Proust

sonnes associent les accords mineurs à la tristesse et les accords majeurs à la joie », illustre la chercheuse.

DE LA RÉCOMPENSE AU PLAISIR ABSTRAIT. Mais qu'en est-il pour la musique que nous n'avons jamais entendue auparavant, et qui n'est associée à rien de particulier ? C'est à cette question que Valorie Salimpoor a voulu répondre dans sa dernière étude, publiée en avril. Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), la chercheuse a mis en évidence l'implication du noyau accumbens dans la formation d'attentes et de prédictions relatives à la nouvelle chanson : l'activation de cette région cérébrale – l'une des structures clés du circuit de la récompense – indique que nos prédictions sont validées et nos attentes comblées. « Plus nous observons d'activité dans le noyau accumbens lorsque des personnes écoutent de la musique, plus celles-ci ont tendance à l'apprécier et seront prêtes à dépenser de l'argent pour l'acheter. Ceci fournit la preuve neurobiologique que nous formons en permanence des prédictions lorsque nous écoutons de la musique, même si nous ne l'avons jamais entendue au préalable. »

Le noyau accumbens n'est toutefois pas la seule structure cérébrale impliquée dans ce processus (voir schéma). Comme le révèlent les travaux de Valorie Salimpoor, il interagit très fortement avec le stock d'informations situé dans le cortex temporal supérieur et certaines régions bien plus évoluées de notre cortex, liées au traitement linguistique avancé, à la pensée abstraite ou encore au traitement d'émotions et de sensations complexes. La participation de ces zones du cerveau est primordiale puisque ce sont elles qui attribuent une valeur de récompense aux prédictions lorsqu'elles s'avèrent exactes. Sans elles, les chansons que nous entendons ne seraient qu'une suite de sons sans aucun impact sur notre ressenti. « L'expérience plaisante de la musique est une récompense intellectuelle, elle n'est pas tangible comme du chocolat ou de l'argent », plaisante Valorie Salimpoor. Ici, le plaisir est abstrait et esthétique, « il n'existe que dans notre esprit et disparaît lorsque la musique prend fin, il ne nous reste alors que le souvenir de ce que nous avons vécu ». ● **CG**

RÉFÉRENCES

■ **R.J. Zatorre & V.N. Salimpoor, *From perception to pleasure: Music and its neural substrates,* PNAS, juin 2013.**

■ **V.N. Salimpoor & coll., *Interactions Between the Nucleus Accumbens and Auditory Cortices Predict Music Reward Value,* Science, avril 2013.**

■ **V.N. Salimpoor & R.J. Zatorre, *Neural Interactions That Give Rise to Musical Pleasure, Psychology of Aesthetics,* Creativity, and the Arts, février 2013.**

■ **C.K. Meyers, *Influences on Music Preference Formation,* PURE Insights, mai 2012.**



OLLY/FOTOLIA

La musique adoucit-elle vraiment les mœurs? Si les sciences cognitives confirment aujourd'hui la pertinence de ce proverbe, elles révèlent aussi les multiples bénéfices de la musique sur les affects, les comportements sociaux et même la quête du bonheur.

La mélodie du bonheur

Après Spinoza, c'est au tour de Kant de bénéficier de la "validation" neuroscientifique de ses propositions théoriques. À croire que l'étude du cerveau ne sert qu'à confirmer des approches philosophiques datant de plusieurs siècles… Il y a quelques années, le neurologue Antonio Damasio consacrait un livre au théoricien néerlandais de l'éthique, qui dès le XVIIe siècle s'écartait de la conception de Descartes prônant la séparation du corps et de l'esprit. Aujourd'hui, c'est Emmanuel Kant qui voit l'une de ses plus belles affirmations – « La musique est la langue des émotions » – attestée par plusieurs recherches.

L'une d'elles, publiée en 2011 par Valorie Salimpoor (voir l'article "Préférences musicales : tous les goûts sont dans notre cerveau !", dans ce même dossier) et ses collègues de l'université McGill, à Montréal, a livré le secret du frisson musical : si l'on éprouve du plaisir en écoutant de la musique, c'est à la libération de dopamine dans le cerveau qu'on le doit. Ce neurotransmetteur est connu pour intervenir lors de récompenses plus tangibles et essentielles à la survie, comme la nourriture et le sexe. Grâce à l'imagerie cérébrale, les chercheurs canadiens ont découvert que la diffusion de dopamine est plus marquée lors d'une musique agréable qu'avec une musique neutre, et que les niveaux de libération sont corrélés avec le degré d'éveil émotionnel et les degrés de contentement. En clair, plus on ressent de satisfaction et d'émotions, plus la dopamine se répand dans le cerveau.

UNE MUSIQUE TRISTE… ET PLAISANTE. Ces travaux confirment un phénomène expérimenté par tout un chacun : l'écoute de musique peut être source d'émotions positives. Et cela, même si la mélodie est perçue comme triste ! Un résultat plus étonnant, mis en évidence par une équipe de recherche japonaise dans une étude publiée en juin dernier. « D'après nos précédents résultats, publiés il y a quelques mois, la musique en mode mineur semble induire des émotions plaisantes chez les musiciens alors que ces stimuli musicaux sont perçus comme désagréables, explique Ai Kawakami, chercheuse au RIKEN Brain Science Institute. Mais ces stimuli étaient brefs et très éloignés de musiques existantes. Nous avons donc examiné l'impact émotionnel de musiques bien réelles. » Qu'il s'agisse de musiciens ou de non-musiciens, le résultat obtenu est le même : une mélodie triste, comme La Séparation en F mineur de Mikhael Glinka ou l'étude Sur Mer de Felix Blumenfeld, a des conséquences ambivalentes sur la perception et le ressenti. Alors qu'elle est perçue comme dramatique, son écoute provoque chez les parti- ▶



AI KAWAKAMI est chargée de recherche au laboratoire Information émotionnelle du RIKEN Brain Science Institute, Japon.



YUNA FERGUSON est maître de conférences en psychologie à l'université d'État de Pennsylvanie, États-Unis.



BARBARA KRAHÉ est professeur de psychologie sociale à l'université de Postdam, Allemagne.



« Dans la maladie d'Alzheimer, l'apprentissage musical reste possible »

Spécialiste de la neuropsychologie de la perception musicale, **Hervé Platel** s'intéresse aux effets cognitifs de la musicothérapie. Ce professeur de l'université de Caen a fait une découverte étonnante : les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, qu'on pensait incapables de nouveaux apprentissages, peuvent mémoriser des mélodies inconnues.

Quels sont les principaux effets de la musicothérapie chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer ?

La musique est un bon stimulant cognitif. Elle peut être utilisée de façon passive, par l'écoute, avec des effets positifs sur la régulation des comportements et de l'humeur. Sa pratique, par le chant ou l'utilisation d'un instrument, permet de mobiliser des mécanismes cognitifs et de maintenir un degré de fonctionnement optimal en termes d'attention, de concentration, de raisonnement ou encore de langage. Les effets de la musicothérapie s'appuient sur la neuroplasticité, mais celle-ci reste limitée : il ne s'agit pas de "guérir", ni même d'empêcher la progression de la maladie, mais de maintenir aussi longtemps que possible les capacités encore préservées.

Et en ce qui concerne la mémoire ?

Dans la maladie d'Alzheimer, l'apprentissage de chansons et de mélodies est encore possible ! C'est une découverte surprenante, car il s'agit d'une maladie de la mémoire, caractérisée justement par une amnésie antérograde massive – l'incapacité à retenir de nouvelles données. Cet effet semble spécifique à la musique : lors des ateliers de musicothérapie, les patients sont capables d'encoder des informations nouvelles sans en voir conscience. Même plusieurs mois après, ils sont capables de les reconnaître, tout en étant impuissants à se rappeler du moment où ils les ont apprises. On réalise ainsi que l'encodage, même imparfait, reste possible : la musique révèle la capacité du cerveau atteint par la maladie d'Alzheimer à retenir des informations sensorielles répétées.

Comment expliquer, d'un point de vue neurologique, ce phénomène ?

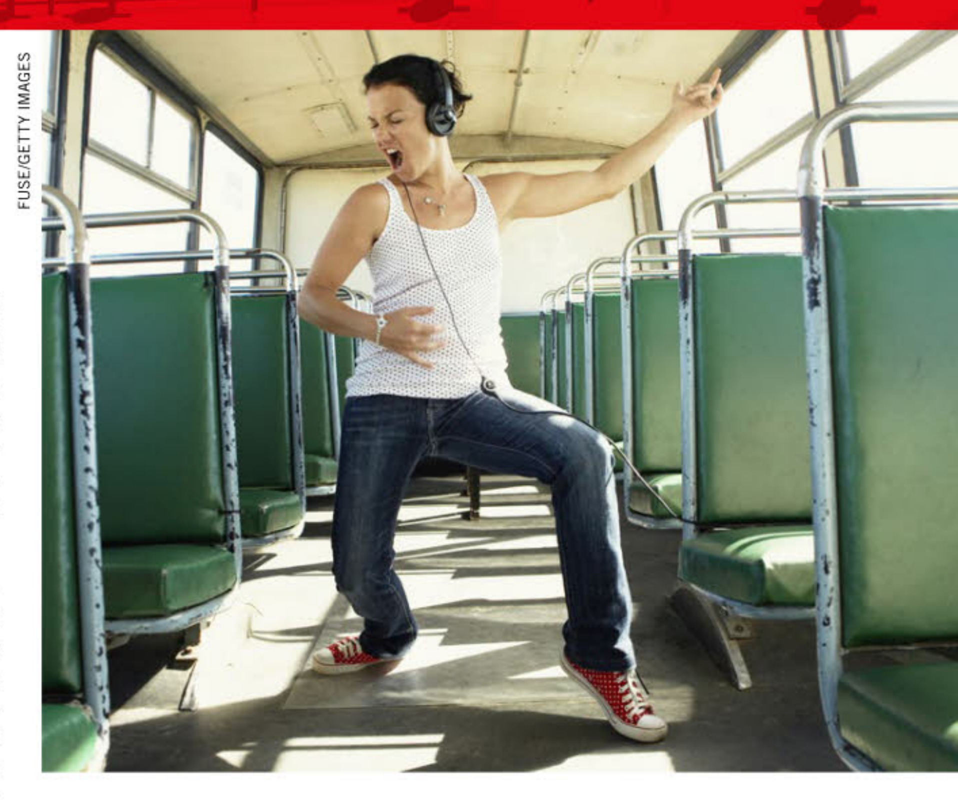
Des études de neuro-imagerie sont nécessaires pour identifier les circuits cérébraux impliqués dans cette mémoire implicite. Depuis un an, nous menons une recherche avec des patients à un stade avancé de la maladie. Pendant les dix jours qui précèdent la séance d'IRMf (imagerie par résonance magnétique fonctionnelle), ils écoutent quotidiennement les mêmes chansons, qui auparavant leur étaient inconnues. Progressivement, sous l'effet de la répétition, ils les reconnaissent sans être capables de se rappeler dans quel contexte ils les ont apprises. L'IRMf, selon notre hypothèse, devrait révéler l'implication des régions cérébrales en charge du traitement des informations perceptives, mais aussi d'aires sous-corticales dédiées à la mémorisation. Même atrophié, l'hippocampe resterait donc actif.

RÉFÉRENCES

■ **S. Guetin et coll.,** ***An overview of the use of music therapy in the cont ext of Alzheimer's disease : a report of a french expert group,*** **Dementia, mars 2012.**

■ **F. Eustache, B. Lechevalier et H. Platel,** ***Le cerveau musicien. Neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale,*** **De Boeck, 2010.**

PHILIP MARTIN/PARISCIENCE/LEKSUSTUSS/FOTOLIA


FUSE/GETTY IMAGES

cipants des émotions positives : ils se sentent plus romantiques, insouciants et heureux. Pour Ai Kawakami, cet effet peut néanmoins disparaître dans des conditions très spécifiques : « À mon avis, si la musique triste est associée à la mémoire autobiographique, les personnes ne vont pas systématiquement ressentir des émotions agréables. C'est par exemple le cas si elle est liée au souvenir d'un proche décédé. »

UNE ALLIÉE DANS NOTRE QUÊTE DU BONHEUR. Si la musique peut avoir des conséquences émotionnelles inattendues, elle aurait également un impact sur… notre bonheur ! Plus exactement, sur nos efforts pour être plus heureux. C'est la découverte surprenante de chercheurs américains, qui ont eu cette intuition en s'appuyant sur plusieurs résultats de recherche dans les domaines de la motivation, de l'humeur et de la musique. « D'après de précédentes études, on associe certains types musicaux à différents états émotionnels, comme le bonheur ou la tristesse, explique Yuna Ferguson, de l'université d'État de Pennsylvanie. D'autres recherches suggèrent qu'il est très important d'avoir des intentions motivationnelles pour voir ses buts personnels aboutir, ce qui pourrait s'appliquer à la volonté de se sentir plus heureux. » Les résultats de ses études, menées avec Kennon M. Sheldon, de l'université du Missouri, semblent le confirmer : en deux semaines d'entraînement, les participants voient leur humeur et leur niveau de bonheur améliorés par le fait d'écouter de la musique positive tout en essayant de se sentir plus heureux.
En dehors du sentiment de bonheur, la capacité à rester zen face à une provocation bénéficierait également de l'écoute d'une musique plaisante. Pour Barbara Krahé, qui a publié l'an dernier une étude allant dans ce sens, cet effet positif s'explique aisément. « De nombreuses recherches ont révélé que l'agressivité est supprimée en favorisant des émotions incompatibles avec la colère, précise la chercheuse de l'université de Postdam. Une musique plaisante pourrait déclencher des émotions positives capables de contrecarrer la colère issue de la provocation. » Cette hypothèse a bien été confirmée par ses travaux : chez les 111 participants victimes d'une provocation, plus l'humeur induite par la musique est positive, moins ils ressentent de colère et manifestent un comportement agressif.

DES APPLICATIONS DANS LA VIE RÉELLE. Émotions positives, sentiment de bonheur, diminution de l'agressivité… Quelques notes de musique peuvent donc avoir un impact non négligeable sur nos ressentis et nos comportements. Ces découvertes doivent désormais passer la porte du laboratoire pour nous être utiles au quotidien. C'est du moins la conviction de Yuna Ferguson : « nos résultats vont à l'encontre de la notion selon laquelle quoi que l'on fasse, il est impossible d'influer sur son niveau de bonheur. Cela ne veut pas dire pour autant que tous nos efforts pour être plus heureux seront systématiquement récompensés. » Pour la chercheuse, l'écoute de musique entraînante pourrait faire partie des activités à recommander aux personnes dépressives. « Mais cette recommandation concerne avant tous ceux qui, au quotidien, veulent apporter de la positivité dans leur vie », précise-t-elle. En ce qui concerne les résultats de recherche de Barbara Krahé, ils peuvent également trouver une traduction dans la vie réelle. « Par exemple, une musique plaisante dans des endroits bondés pourrait contrer les sentiments négatifs déclenchés par la foule, estime la chercheuse. C'est aussi le cas des situations susceptibles de provoquer de la frustration, comme les embouteillages, pour lesquelles la musique peut réduire le stress du conducteur et limiter le risque de conduite agressive. » Quelques notes pour gagner en bien-être : le jeu en vaut bien la chandelle… ● **GM**

RÉFÉRENCES

■ **V. Salimpoor et coll.,** ***Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music,*** **Nature Neuroscience, février 2011.**

■ **A. Kawakami et coll.,** ***Sad music induces pleasant emotion,*** **Frontiers in Psychology, juin 2013.**

■ **Y.L. Ferguson et K.M. Sheldon,** ***Trying to be happier really can work: two experimental studies,*** **The Journal of Positive Psychology, mai 2013.**

■ **B. Krahé et S. Bieneck,** ***The effect of music-induced mood on aggressive affect, cognition, and behavior,*** **Journal of Applied Social Psychology, février 2012.**



Le cerveau musical en mode extrême

Amusie & Oreille absolue



Certaines personnes parviennent à identifier n'importe quelle note avec justesse. D'autres, au contraire, sont incapables de faire la différence entre deux mélodies. Grâce à de récentes études, on commence à mieux comprendre comment leur cerveau traite la musique. Décryptage de la partition cérébrale, d'un extrême à l'autre.



PETER SCHNEIDER est chercheur en neurologie à l'université de Heidelberg, Allemagne.



BARBARA TILLMANN dirige l'équipe Cognition Auditive et Psychoacoustique au Centre de Recherches en Neurosciences de Lyon, France.



STEPHEN HEDGER est doctorant en psychologie cognitive et en musicologie à l'université de Chicago, États-Unis.

Nous sommes tous plus ou moins sensibles à la musique. Peut-être êtes-vous capable de reproduire "à l'oreille" n'importe quelle chanson avec une extrême précision. Ou au contraire, la musique vous paraît aussi mystérieuse qu'une langue étrangère. Si vous avez des difficultés à reconnaître une mélodie familière sans paroles, à détecter une fausse note ou quelqu'un qui chante faux, il se pourrait que vous soyez atteint d'amusie congénitale. Pas de panique, « il s'agit d'un déficit musical, mais il ne résulte pas d'une lésion cérébrale, pas plus que d'une perte auditive, d'un déficit cognitif, intellectuel ou social, ou encore d'un manque d'exposition à la musique » rassure Barbara Tillmann, chercheuse au Centre de Recherches en Neurosciences de Lyon.

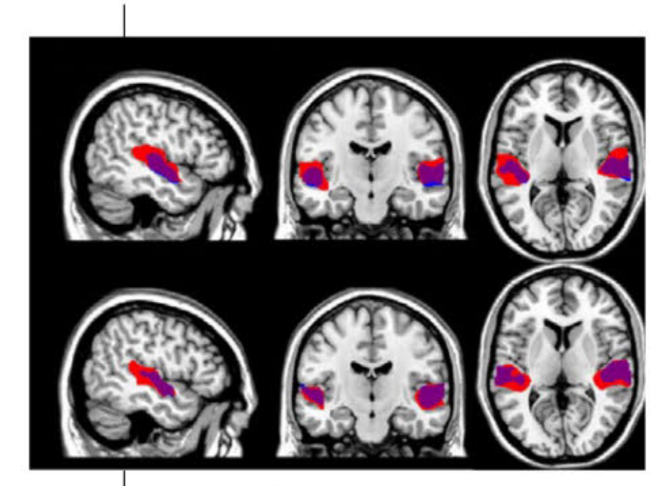
UN TRAITEMENT ALTÉRÉ DE L'INFORMATION MUSICALE. Si les premiers travaux sur les bases neuronales de ce déficit musical remontent à une dizaine d'années, les résultats d'une étude publiée en avril dernier permettent de mieux en comprendre les mécanismes. En observant l'activité cérébrale d'amusiques en train de réaliser une tâche musicale, Barbara Tillmann et ses collègues ont découvert qu'ils présentent un traitement altéré du son au niveau du cortex auditif et du cortex frontal, principalement dans l'hémisphère droit. « Par rapport aux personnes non-amusiques, l'activité cérébrale est retardée et diminuée dans ces aires spécifiques au moment de l'encodage des notes ▶

GETTY IMAGES





Oreille absolue et synesthésie



Lorsqu'elles écoutent de la musique, les personnes dotées de l'oreille absolue (rouge, en haut) tout comme les synesthètes (rouge, en bas) présentent une activation accrue de leur gyrus temporal supérieur par rapport aux sujets contrôles (bleu).

Associer systématiquement une lettre à une couleur particulière, sentir une odeur bien précise en entendant telle ou telle note, percevoir un goût spécifique dans sa bouche à l'évocation d'un chiffre… Ce phénomène aussi étrange que poétique s'appelle la synesthésie et il semblerait qu'il possède des liens avec l'oreille absolue. C'est en tout cas la conclusion d'une étude menée par une équipe de chercheurs américains. Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), ces derniers ont observé ce qu'il se passe dans le cerveau de synesthètes associant notes et couleurs et de personnes dotées de l'oreille absolue lorsqu'ils écoutent de la musique. Résultat ? Par rapport aux sujets contrôles, ces deux catégories de volontaires montrent une activation accrue lors des premières étapes du traitement de la musique, au niveau du gyrus temporal supérieur. L'origine de cette similarité neurologique pourrait se trouver du côté de la



GETTY IMAGES

musicales », détaille la chercheuse. Une différence qui expliquerait pourquoi les personnes souffrant d'amusie ont du mal à déterminer si une note est grave ou aiguë, ou encore à mémoriser des suites de notes.

Mais en l'absence de lésion cérébrale, comment expliquer ce décalage ? Le cortex auditif et le cortex frontal sont tous deux impliqués dans la perception musicale. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) met en évidence un excès de matière grise accompagnée d'un déficit en matière blanche au niveau du cortex frontal inférieur chez les amusiques. Par ailleurs, les chercheurs ont également trouvé des anomalies anatomiques dans le cortex auditif. Conséquence : la communication entre ces deux aires cérébrales serait réduite. Pour Barbara Tillmann, « l'amusie est liée à un traitement neuronal déficitaire, dès les premières étapes du traitement d'un son dans le système nerveux auditif ».

EXPÉRIENCE, GÉNÉTIQUE ET ENVIRONNEMENT. À l'inverse des amusiques, certains individus sont dotés de l'oreille absolue – la capacité à identifier n'importe quelle note musicale sans référence externe et sans effort. Par exemple, ils peuvent reconnaître

génétique. En effet, une étude publiée en mai dernier par une autre équipe de chercheurs suggère la présence de gènes communs chez les synesthètes et les possesseurs de l'oreille parfaite. Des gènes impliqués dans le développement cérébral et qui expliqueraient la connectivité particulière de ces deux types de population.

RÉFÉRENCES

■ **P. Loui, A. Zamm & G. Schlaug,** ***Absolute Pitch and Synesthesia: Two Sides of the Same Coin? Shared and Distinct Neural Substrates of Music Listening,*** **International Conference on Music Perception and Cognition, juillet 2012**

■ **P.K. Gregersen & coll.,** ***Absolute pitch exhibits phenotypic and genetic overlap with synesthesia,*** **Human Molecular Genetics, février 2013**

> « Certaines personnes atteintes d'amusie affirment ressentir la musique comme une langue étrangère ou comme un simple bruit »

rapidement une note isolée jouée sur un instrument. Mais d'où provient cette compétence hors norme ? D'après Stephen Hedger, chercheur à l'université de Chicago, « une expérience musicale précoce – par exemple apprendre le nom des notes – pourrait être nécessaire, mais certainement pas suffisante, pour développer l'oreille absolue ».

Si une composante génétique est d'ores et déjà admise, l'environnement auditif aurait également un impact sur la probabilité de développer cette capacité. En effet, dans les langues à accent tonique, la hauteur des mots est essentielle à la compréhension. « En mandarin par exemple, le mot "ma" signifie à la fois chanvre, mère, gronder, ou cheval selon la hauteur à laquelle il est prononcé », explique Stephen Hedger. Pratiquer une langue tonale dès l'enfance apprendrait donc à être attentif aux informations relatives à la tonalité dans le discours, et permettrait ainsi de mieux en tenir compte en musique.

FOCUS SUR L'HÉMISPHÈRE DROIT. Comment cette compétence musicale surdéveloppée se traduit-elle sur le plan neurologique ? La réponse se situerait dans l'hémisphère droit du cerveau. C'est ce qu'a mis en évidence Peter Schneider dans une étude publiée en janvier dernier. Ce chercheur en neurologie de l'université de Heidelberg a découvert que le volume de substance grise dans une région du cerveau appelée gyrus de Helsch (HG) est plus important, dans l'hémisphère droit, chez les personnes dotées de l'oreille parfaite. Pour lui, cette disparité constitue « un véritable marqueur anatomique de l'oreille absolue ».

En plus du HG, où s'effectuent les premiers traitements des informations auditives, d'autres zones cérébrales entrent en action chez les détenteurs d'oreille absolue. Peter Schneider suggère qu'« un réseau constitué du planum temporale, du cortex somatosensoriel secondaire et du cortex prémoteur droit, sert d'intermédiaire à la perception de la musique tandis que l'identification des notes a lieu au niveau de l'aire de Broca, située dans l'hémisphère gauche ».

UNE OREILLE… PAS SI ABSOLUE ? Malgré ce traitement particulier de la musique, il existe des situations dans lesquelles l'oreille absolue ne l'est plus tant que ça. En effet, une étude conduite par Stephen Hedger et publiée au mois de juin indique qu'il est possible de "désaccorder" cette capacité auditive. L'expérience consistait à faire écouter une symphonie de Brahms à des volontaires possédant l'oreille parfaite, en modifiant très progressivement la tonalité de la musique. Non seulement aucun d'entre eux ne s'est rendu compte du stratagème, mais après cette écoute truquée, ils ne sont plus en mesure de catégoriser correctement des notes pures (do, la, sol…) et des notes altérées (fa dièse, mi bémol…).

« Avec seulement quarante-cinq minutes de musique biaisée, nous sommes capables d'inverser ce qui semble juste et faux chez des individus dotés de l'oreille parfaite », s'amuse le chercheur. Ces résultats jettent toutefois un pavé dans la mare puisque jusqu'ici, l'oreille absolue était considérée comme relativement stable une fois acquise. « En fait les notes "prototypes" pour les possesseurs d'oreille absolue sont malléables, et dépendent du contexte d'écoute immédiat », conclut-il. ● **CG**

RÉFÉRENCES

■ **S.C. Hedger, S.L.M. Heald & H.C. Nusbaum,** ***Absolute Pitch May Not Be So Absolute,*** **Psychological Science, juin 2013.**

■ **M. Wengenroth & coll.,** ***Increased Volume and Function of Right Auditory Cortex as a Marker for Absolute Pitch,*** **Cerebral Cortex, janvier 2013.**

■ **P. Albouy & coll.,** ***Impaired pitch perception and memory in congenital amusia: The deficit starts in the auditory cortex,*** **Brain, mai 2013.**



Dans le cerveau d'un musicien

À l'image d'autres experts – joueurs d'échecs, athlètes de haut niveau, etc. –, les musiciens voient leur cerveau transformé, dans sa structure et son fonctionnement, par d'innombrables heures de pratique. Quelles sont les conséquences cognitives de ce "recâblage" cérébral ? Quelques éléments de réponse avec ce tour d'horizon des dernières découvertes.



STEFAN ELMER est chercheur au département de neuropsychologie de l'université de Zürich, Suisse.



ELYSE GEORGE est ex-assistante de recherche en neurosciences au Dartmouth College, États-Unis.

Si traditionnellement, l'été est la saison des vacances et des amours, c'est également celle des festivals de musique ! En à peine trois mois, plus d'une trentaine d'événements sont organisés dans toutes les régions françaises, des plus connus aux plus confidentiels, des plus généralistes au plus pointus. Et dans cette diversité, une constante demeure : la magie opérée par des musiciens qui, sans effort apparent, expriment toute la palette de leur talent. Ainsi, en juin dernier, Bruce Springsteen a enflammé le Stade de France lors d'un concert d'anthologie. Si ses riffs de guitare sont devenus légendaires, c'est à force de travail et de répétition depuis qu'il a appris, seul, les accords de base dans sa chambre d'adolescent. Les milliers d'heures de pratique ont progressivement façonné son cerveau de musicien, développant et renforçant ses aptitudes sensorielles et cognitives.
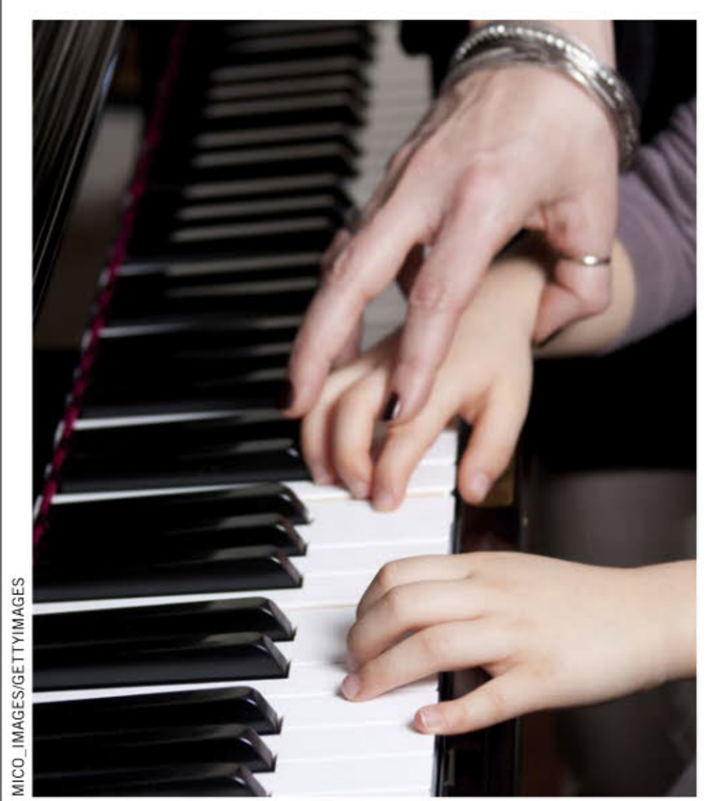
STOKKETE/FOTOLIA

CHAQUE VARIATION SONORE REPÉRÉE. Illustration parfaite de la neuroplasticité, la pratique musicale impacte de très nombreuses zones cérébrales. D'abord, celles impliquées dans les domaines auditif et moteur – les chercheurs parlent alors de transferts étroits. Manipuler un instrument de musique nécessite souvent d'améliorer la dextérité de la main non dominante : dans ce cas, ce sont les aires somesthésiques et motrices primaires qui sont concernées. D'après d'autres études, le volume du cervelet – un centre régulateur de la motricité – serait plus important chez les musiciens, sous l'effet de la coordination des mouvements et des gestes impliquant les deux mains. L'apprentissage de la musique implique également une expertise dans le traitement des fréquences auditives et leur différenciation. Dans ce cas, d'autres modifications cérébrales sont constatées, notamment dans l'anatomie du planum temporal – qui correspond au cortex auditif associatif, chargé des traitements de haut niveau. Une équipe de recherche dirigée par Lutz Jäncke, expert du cerveau musical à l'université de Zürich, s'est justement intéressée à ces traitements auditifs ▶





Le cerveau adulte garde l'empreinte des leçons de musique



MICO_IMAGES/GETTYIMAGES

Enfant, vous avez souffert à cause du solfège, lutté pour apprendre à gratter quelques notes sur une guitare ou réussi Jeux interdits au piano ? Vous avez bien fait de persister : malgré le temps qui passe, votre cerveau conserve la marque de ces années de pratique musicale. C'est la découverte étonnante de deux chercheuses de l'université Northwestern. Comparés à des pairs qui n'ont jamais pratiqué d'instrument durant leur jeunesse, les adultes ayant bénéficié d'un à cinq ans de leçons de musique présentent des réponses cérébrales plus fortes lors de l'écoute de sons complexes. Ils se révèlent ainsi meilleurs pour percevoir la fréquence fondamentale du signal sonore, c'est-à-dire la fréquence la plus basse, essentielle à la perception de la parole et de la musique. Pour les deux chercheuses, ce résultat pourrait avoir des implications dans les politiques éducatives, avec la mise en place de programmes d'entraînement auditif, basés sur la musique.

RÉFÉRENCES

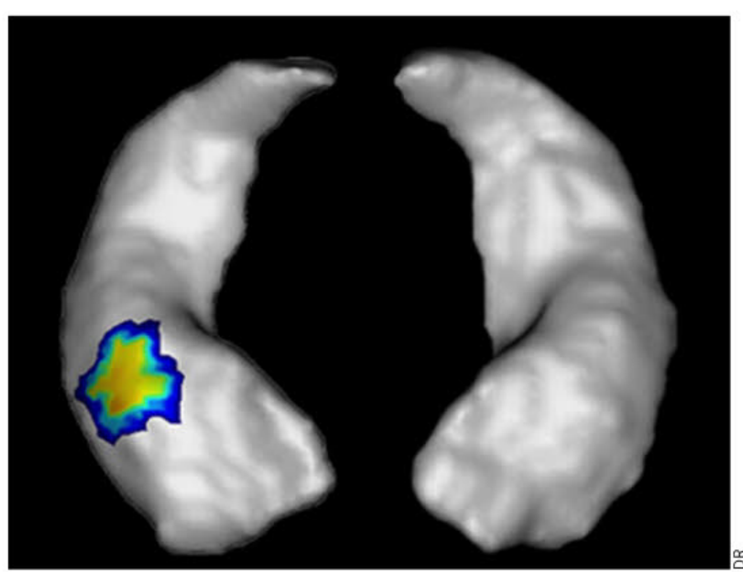
■ **E. Skoe et N. Kraus, *A little goes a long way: how the adult brain is shaped by musical training in childhood,* Journal of Neuroscience, août 2012.**

de haut niveau, en particulier la perception de changements très rapides dans les indices phonétiques – par exemple, des notes de musique. « De précédentes recherches ont démontré que l'anatomie et le fonctionnement du planum temporal sont fortement influencés par la pratique musicale, précise Stefan Elmer, co-auteur de l'étude. Tous les paramètres observés – augmentation du volume, de l'épaisseur corticale et de la surface corticale – sont étroitement corrélés, chez les musiciens professionnels, avec l'âge des débuts, le nombre d'années d'entraînement et même le nombre total d'heures de pratique. »

> « L'anatomie et le fonctionnement du planum temporal sont fortement influencés par la pratique musicale »

AVANTAGÉS POUR APPRENDRE LE MANDARIN. Le rôle de cette zone du cerveau, essentielle aux musiciens, varie selon l'hémisphère. Ainsi, le planum temporal gauche réagit essentiellement

aux changements sonores très rapides – notes de musique, sons de la voix, bruits de l'environnement, etc. – tandis que son homologue droit serait davantage impliqué dans les modulations acoustiques lentes. Une différence confirmée par l'étude menée par l'équipe de l'université de Zürich, qui révèle les liens étroits entre expertise musicale, surface corticale augmentée dans le planum temporal gauche et performance dans le traitement rapide de syllabes entendues. On le voit, les aires cérébrales impliquées dans le traitement des sons vont être fortement sollicitées chez les musiciens, et cette hyperstimulation va également les rendre plus performants dans d'autres domaines liés à l'audition. « La supériorité des musiciens pourrait faciliter, par exemple, l'apprentissage de langues étrangères tonales, comme le mandarin ou le cantonais, estime Stefan Elmer. Si l'on est incapable de discriminer correctement les fréquences, on ne pourra jamais apprendre à prononcer de tels sons. »


DR

Chez les musiciens, la tête de l'hippocampe gauche (en couleur) présente une augmentation de la substance grise.

UNE MEILLEURE MÉMOIRE DE TRAVAIL. Comme l'illustre l'exemple des langues étrangères, l'expertise musicale a des conséquences dans d'autres domaines. Des domaines qui peuvent être bien plus éloignés que le traitement des sons et concerner plusieurs dimensions cognitives – on parle alors de transferts lointains : habiletés langagières, capacités visuospatiales, raisonnement non verbal, mais aussi mémoire – ou plutôt les mémoires. Deux chercheuses du Dartmouth College, aux États-Unis, se sont centrées il y a deux ans sur la mémoire de travail : une aptitude essentielle dans la vie de tous les jours, qui fournit un espace de travail mental permettant par exemple de retenir des informations pendant quelques secondes tout en poursuivant une activité en parallèle. « La mémoire de travail est un système dynamique, nécessaire pour maîtriser les compétences qui mènent aux automatismes, décrypte Elyse George. Lorsque les musiciens s'entraînent, quelle que soit leur niveau d'expertise, ils doivent traiter des informations visuelles, comme les partitions, et auditives très rapidement, souvent de l'ordre de la milliseconde. » Ils utilisent ces données pour adapter leur réponse : quelle note faut-il jouer, s'ils ont fait une erreur, s'ils sont en décalage avec le reste du groupe, etc. L'étude menée confirme que la pratique musicale a tendance à améliorer la mémoire de travail, à la fois dans les domaines visuel et auditif. « C'est la mémoire de travail qui gère ce flux d'information, précise la chercheuse. Elle contribue au traitement automatique entre l'information d'entrée – les stimuli sonores et/ou auditifs – et la réponse de sortie – ce que va produire le musicien. »

PLUS DE SUBSTANCE GRISE DANS L'HIPPOCAMPE. Une autre forme de mémoire bénéficie de l'expertise musicale : la mémoire à long terme. C'est ce que confirment les travaux d'une équipe de recherche française, qui ont examiné le cerveau de musiciens en s'intéressant tout particulièrement à l'hippocampe, une structure essentielle à la mémorisation. Et effectivement, une partie de cette région présente une augmentation de substance grise. « Cela s'explique sans doute par les effets de l'entraînement et des apprentissages, mais ce résultat reste surprenant », précise Hervé Platel, chercheur à l'université de Caen, qui signale des études menées chez l'animal : « la simple écoute passive de musique provoque une neurogenèse accrue dans les régions hippocampiques ! ». S'il reste à expliquer cet impact étonnant de la musique, pratiquée ou écoutée, sur les aires en charge de la mémoire, Hervé Platel se risque à une hypothèse : « Il s'agit d'une stimulation auditive structurée, avec des répétitions de rythmes, des ressemblances, des associations qui ont tendance à "capter" le cerveau, à l'absorber ». On a beau connaître la musique, elle n'a pas fini de nous surprendre… ● **CG**

RÉFÉRENCES

■ **S. Elmer et coll.,** ***Increased cortical surface area of the left planum temporale in musicians facilitates the categorization of phonetic and temporal speech sounds,*** **Cortex, avril 2013.**

■ **M. Groussard et coll.,** ***When music and long-term memory interact: effects of musical expertise on functional and structural plasticity in the hippocampus,*** **PLoS ONE, octobre 2010.**

■ **E.M. George et D. Coch, Music training and working memory: an ERP study, Neuropsychologia, avril 2011.**



DMYTRO KOSLOW/GETTY IMAGES

PAR CLÉMENCE GUEIDAN



Cette petite voix dans notre tête

« Il faut que je pense à prendre du pain en rentrant », « allez, encore un effort, je vais y arriver »… Tout le monde ou presque a déjà entendu cette petite voix résonner dans sa tête, et pour la plupart d'entre nous, ce genre de monologue a lieu tous les jours. Qu'en est-il de ce discours intérieur et comment forme-t-il nos pensées et nos décisions ? Analyse.

Au volant, lors d'une promenade, en regardant la télévision… Cela peut arriver n'importe où. Parfois soudainement, parfois graduellement, nous devenons conscients de mots que personne d'autre ne peut entendre, qui nous disent des choses, nous guident, évaluent nos actions. Il s'agit tout simplement de nos pensées, qui prennent la forme d'une petite voix dans notre tête. Habituellement appelée discours, monologue ou dialogue intérieur, ou encore pensée verbale, elle a longtemps été étudiée par les philosophes qui travaillaient sur la relation entre langage et pensée. Aujourd'hui, c'est au tour des scientifiques de se pencher sur ce sujet et de chercher à comprendre les mécanismes qui sous-tendent cette expérience personnelle.

Du discours externe au discours interne. Une grande partie de la recherche moderne s'est inspirée des théories longtemps négligées de Lev Vygotski, un psychologue russe dont la carrière s'est déroulée aux premières heures de l'Union Soviétique. Il fut le premier à s'intéresser à ce « discours personnel » en observant des enfants qui se parlaient à eux-mêmes en jouant. D'après lui, ces paroles se ▶



NATALILA KOZLOVA /GETTY IMAGES

développent à partir des interactions sociales avec les parents, les proches, puis s'internalisent au fil du temps, subissant alors d'importantes transformations : les phrases s'abrègent, se condensent par rapport au discours externe. Censurés par les autorités soviétiques, les travaux de Vygotski sont restés dans l'ombre pendant des décennies et c'est seulement en 2011 que de nouvelles expériences sur la question ont été menées.

À l'époque, Simon McCarthy-Jones et Charles Fernyhough de l'université Durham au Royaume-Uni, ont découvert que 60 % des gens estiment que leur dialogue interne possède les mêmes qualités qu'une conversation avec une personne extérieure. Dans une autre étude, des volontaires étaient entraînés à donner des descriptions très détaillées de leur discours intérieur au cours d'un laps de temps déterminé aléatoirement par des bips sonores. Ici, les participants rapportaient souvent des pensées qui se succédaient bien plus rapidement que ce que le temps imparti aurait dû permettre, sans pour autant sembler précipitées. Un résultat allant dans le sens de la compression des phrases supposée par Vygotski.

Le chercheur russe a également émis l'hypothèse que les discours internes et externes activent le même réseau neuronal dans notre cerveau. Des années après sa mort, l'imagerie cérébrale a confirmé cette théorie. En effet, l'observation par IRMf montre que le dialogue intérieur active le gyrus frontal inférieur gauche et notamment l'aire de Broca, une région du cerveau connue pour son implication dans la production du langage. Le degré de correspondance entre les mots qui restent dans notre tête et ceux que nous exprimons reste toutefois sujet à débat. Certains chercheurs défendent l'idée que le discours intérieur correspond simplement au discours extérieur sans articulation : le cerveau prévoit un énoncé, mais s'arrête avant de mettre les muscles en action. La question commence à être abordée en laboratoire, mais des expériences en conditions naturelles demeurent nécessaires.

UN OUTIL POUR PENSER. Au-delà de ses qualités, comment ce discours intérieur fonctionne-t-il concrètement ? Pour Vygotski, il constituerait un outil, permettant de mettre des mots sur nos pensées, les rendant ainsi plus tangibles et plus simples à utiliser. La pensée verbale pourrait également servir de « langage commun » pour notre cerveau, rendant possible la communication entre ses différents systèmes cognitifs. Le psychologue a aussi émis l'idée que ce monologue personnel nous donne la possibilité de contrôler notre comportement, en utilisant ces paroles pour diriger nos

actions. Si cette hypothèse se révèle exacte, « désactiver » les systèmes responsables du dialogue intérieur devrait limiter certaines de nos performances. Plusieurs chercheurs ont suivi cette piste en utilisant une technique appelée suppression articulatoire : les volontaires devaient réaliser des tâches de planification ou inhiber un mouvement tout en répétant un mot à haute voix afin de supprimer leurs pensées verbales. Les résultats valident l'hypothèse de Vygotski puisque dans chaque étude, les participants obtenaient de moins bons résultats en condition de suppression articulatoire.

Outre la régulation de notre comportement, notre discours interne contribue aussi à notre motivation. Les athlètes s'encouragent souvent pendant et après leurs performances et les travaux de McCarthy-Jones et Fernyhough ont révélé que deux tiers des participants rapportaient un discours interne qui soit évaluait leur comportement, soit servait à les motiver. Par ailleurs, les personnes qui utilisent leur monologue interne plus souvent présenteraient une meilleure compréhension d'eux-mêmes. Pour le psychologue Alain Morin, de l'université Mount Royal de Calgary au Canada, « le dialogue intérieur nous permet d'analyser verbalement nos émotions, nos motivations, nos pensées et nos schémas de comportement. Cela place au premier plan de la conscience des choses qui seraient autrement restées inconscientes ». Pour autant, cette petite voix qui résonne dans notre tête n'a pas que des avantages. Lorsque nous nous inquiétons et ruminons, nous le faisons souvent en mots, et notre dialogue interne peut être source d'anxiété voire de dépression, car il retient des pensées que nous ferions mieux d'éliminer.

HALLUCINATIONS VERBALES AUDITIVES. S'il peut contribuer à notre déprime, le dialogue intérieur pourrait néanmoins jouer un rôle bien plus important lorsqu'il est associé à certains troubles psychiatriques. En effet, des personnes souffrant notamment de schizophrénie, mais aussi une petite minorité de genre ne présentant aucune pathologie mentale, disent entendre des voix lorsque personne n'est présent. L'explication prédominante aujourd'hui est que ces individus produisent, au sein de leur discours interne, un énoncé qu'ils ne reconnaissent pas comme leur appartenant. Ils attribueraient donc une petite partie de leurs propres paroles à une autre personne : une voix étrangère. Le fait que les personnes expérimentant ces hallucinations verbales auditives activent très légèrement leurs muscles articulatoires lorsqu'ils entendent des voix semble aller dans ce sens.

Il reste encore beaucoup à découvrir sur les rôles de ce discours intérieur et les personnes qui ne rapportent aucun dialogue interne pourraient être utiles à la recherche sur le sujet. Pour certaines d'entre elles, ce discours serait en réalité présent, mais tellement condensé qu'il ne ressemblerait plus vraiment à du langage. Aujourd'hui, on sait de manière certaine que notre monologue personnel peut prendre plusieurs formes, qu'il contribue à notre motivation, notre self contrôle, ou notre connaissance de soi. Finalement, mettre à jour les rouages de ce phénomène nous aidera à mieux définir ce que signifie le terme nébuleux « penser » et à déterminer plus précisément le lien entre langage, cognition et conscience. ●

> “ Mieux comprendre le fonctionnement de notre discours interne nous aidera à mieux définir ce que veut dire « penser » ”

Comment on “entend” sa voix intérieure

Au-delà des raisons psychologiques qui poussent tout un chacun à se parler, sur quel mécanisme repose notre discours intérieur ? C'est en essayant de répondre à cette question qu'un chercheur canadien a découvert l'importance du rôle joué par la décharge corollaire. Celle-ci correspond à un signal généré par notre cerveau, permettant de faire la distinction entre les expériences sensorielles que nous provoquons nous-mêmes et celles produites par des stimuli externes – c'est la raison pour laquelle, par exemple, il est impossible de se chatouiller soi-même. Or, d'après les travaux de Mark Scott, chercheur à l'université de Colombie Britannique, c'est le même type de phénomène qui serait impliqué lorsque nous nous parlons : une copie interne du son de notre voix serait générée, en parallèle du son externe que nous entendons. Elle servirait à prévoir le son émis par nos cordes vocales afin que celui-ci ne nous perturbe pas et expliquerait d'où provient cette petite voix dans notre tête...

RÉFÉRENCE

■ **M. Scott,** ***Corollary discharge provides the sensory content of inner speech,*** **Psychological Science, juillet 2013.**

PAR CLÉMENCE GUEIDAN

À mi-chemin entre la biologie et la physique, des chercheurs développent des systèmes basés sur l'association toujours plus forte de l'électronique et du cellulaire… Jusqu'à les mêler complètement au sein de "neuropuces". Comment parviennent-ils à cette prouesse ? À quoi peuvent bien servir ces interfaces d'un nouveau genre ?

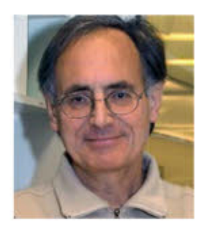
L'ÉLECTRONIQUE & LE VIVANT FUSIONNENT



NAWEED SYED dirige le département de biologie et d'anatomie cellulaire de l'université de Calgary, Canada.



SYLVIE RENAUD est chercheuse en bioélectronique au laboratoire Intégration du Matériau au Système de l'université de Bordeaux, France.



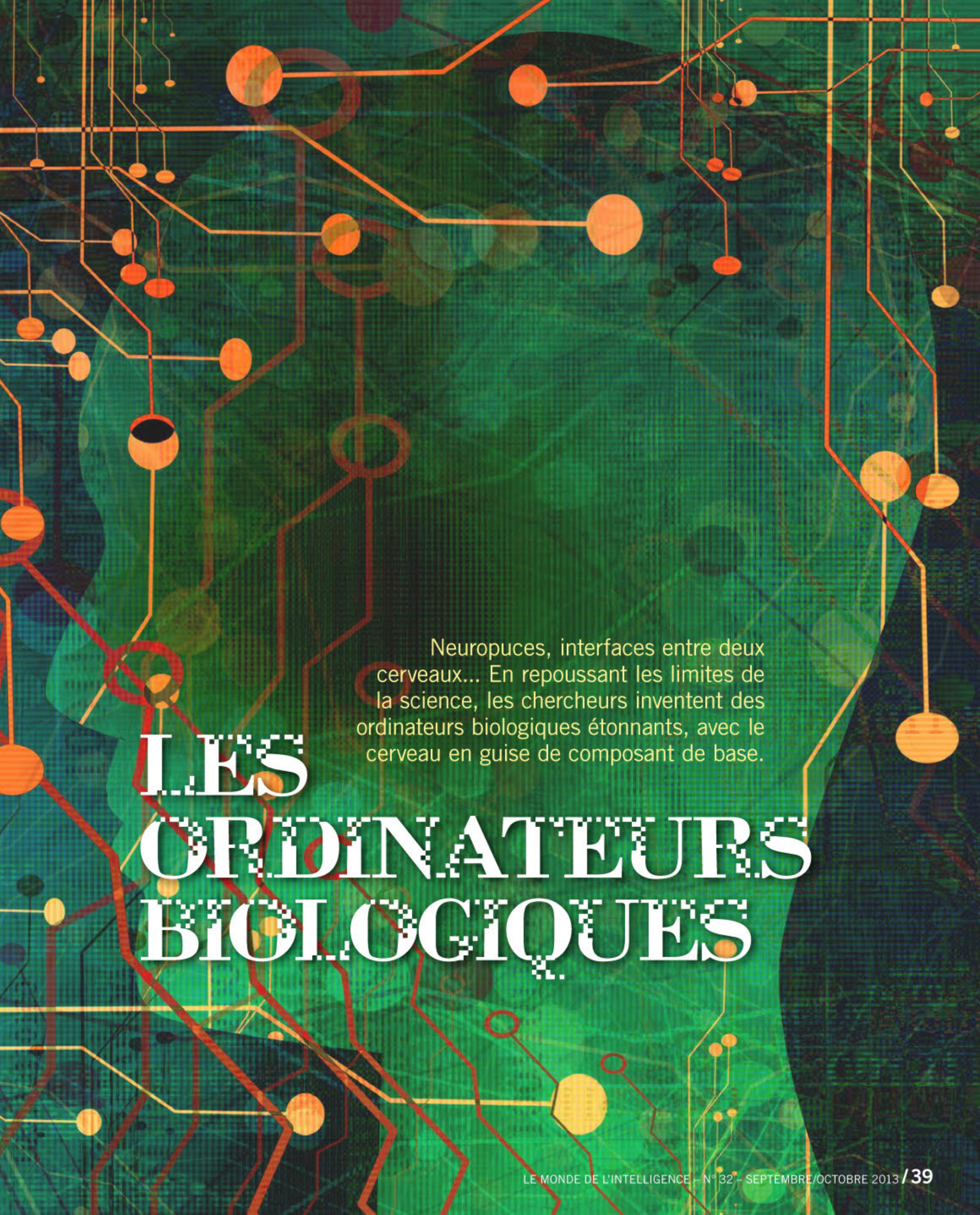
PETER FROMHERZ est professeur honoraire au département Membrane et Neurophysique de l'Institut Max Planck de Biochimie, Allemagne.

Il y a exactement cinquante ans, José Delgado surprenait le monde entier en contrôlant à distance les mouvements d'un taureau au moyen d'une électrode implantée dans le cerveau de l'animal. Avec le même dispositif radio-télécommandé, appelé "stimoceiver", il parvint également à forcer un chat à lever une patte. Puis ce fut un singe, qu'il téléguida aussi simplement qu'une marionnette, lui faisant tourner la tête, bouger les lèvres, éternuer ou encore bâiller en pressant différents boutons.

À l'époque, les travaux spectaculaires de ce neurophysiologiste ont soulevé de nombreuses polémiques, mais aujourd'hui, la communauté scientifique s'accorde à dire qu'il fut l'un des pionniers dans la technologie des implants cérébraux. Où en est cette technologie aujourd'hui ?

DES IMPLANTS POUR STIMULER LES NEURONES. Grâce au développement de l'électronique et de l'informatique, les chercheurs travaillent désormais sur des systèmes de plus en plus élaborés, permettant des interactions très précises entre cellules nerveuses et composants électroniques : les systèmes hybrides. ▶





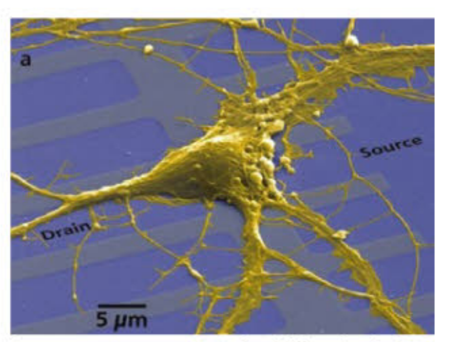
Neuropuces, interfaces entre deux cerveaux… En repoussant les limites de la science, les chercheurs inventent des ordinateurs biologiques étonnants, avec le cerveau en guise de composant de base.

LES ORDINATEURS BIOLOGIQUES

Quatre étapes pour créer une neuropuce

> PREMIÈRE ÉTAPE : il s'agit de concevoir une surface biocompatible appelée substrat, sur lequel seront cultivés les neurones. Les scientifiques recourent au silicium, un matériau semi-conducteur, qu'ils protègent par une fine couche d'oxyde de silicium inerte afin que ce support ne soit pas toxique et n'endommage pas les cellules.

> SECONDE ÉTAPE : plusieurs types d'électrode sont intégrés au substrat afin d'interagir avec les cellules. On utilise des condensateurs pour appliquer de faibles stimuli aux cellules et éviter ainsi de les faire "griller". Des transistors extrêmement sensibles servent quant à eux à capter les très faibles impulsions électriques émises par les neurones.



Un neurone sur une puce de silicium équipée de transistors, après huit jours de culture.

> TROISIÈME ÉTAPE : les électrodes sont enrobées avec une couche de protéines qu'on trouve habituellement dans le cerveau. Ces dernières permettent aux neurones de croître, mais surtout, ce sont elles qui font le lien entre les cellules nerveuses et l'électrode, permettant au signal électrique de circuler entre les deux éléments. Par ailleurs, cette couche de protéines peut éventuellement être modelée pour forcer les neurones à se développer dans une direction donnée.

> QUATRIÈME ÉTAPE : un ou plusieurs neurones individuels sont placés en contact proche avec les électrodes. La couche de dioxyde de silicium bloque l'écoulement de l'électricité qui abîmerait la cellule, mais reste perméable au champ électrique. En modulant la tension du condensateur, on crée une différence électrique entre l'intérieur du neurone et sa membrane externe, ce qui déclenche son activité. Le transistor capte alors le signal électrique émis par la cellule et l'enregistre.



▶ Parmi ces systèmes, on retrouve en premier lieu les implants, sous forme d'électrodes dont le rôle est de stimuler certaines zones du cerveau. Naweed Syed, à la tête du département de biologie et d'anatomie cellulaire de l'université de Calgary, donne l'exemple de la Deep Brain Stimulation (DBS), la stimulation cérébrale profonde : « les électrodes DBS sont implantées chez des patients souffrant de cas sévères de la maladie de Parkinson. Elles transmettent un courant électrique pour stimuler les cellules du cerveau et libérer de grandes quantités de dopamine qui aident à calmer les tremblements. »

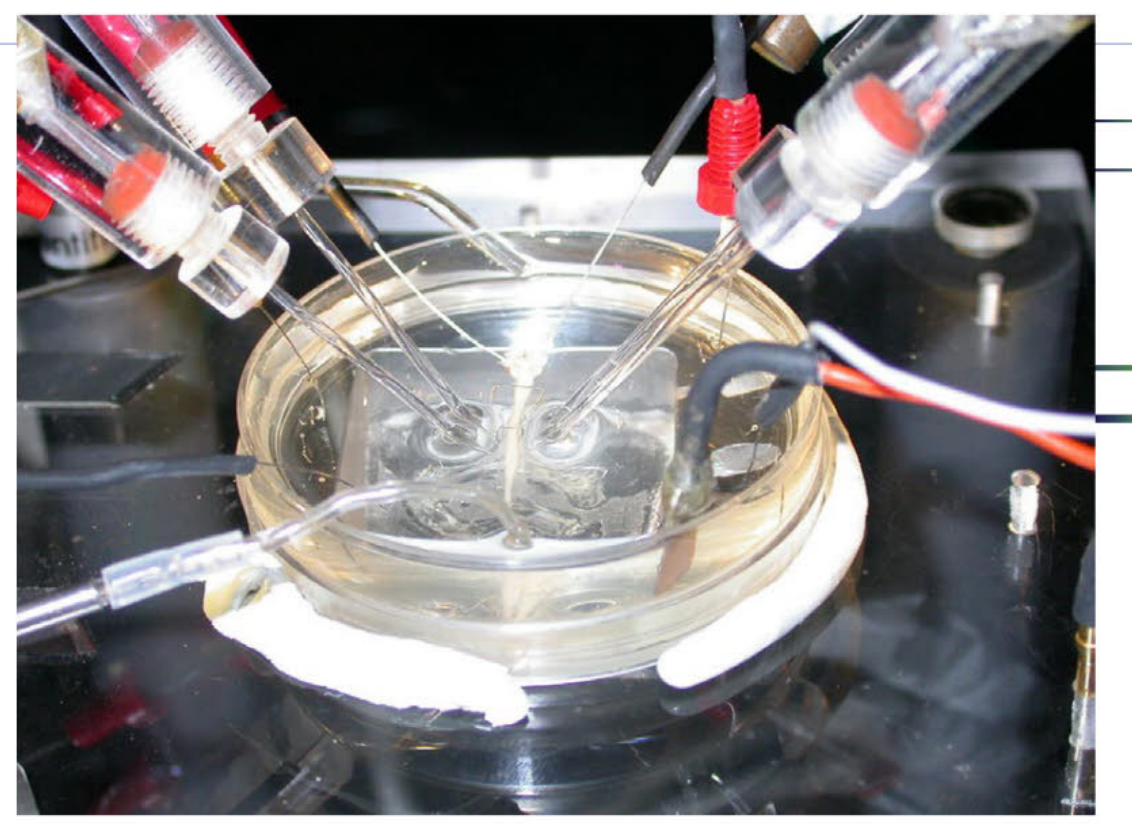
Ces véritables "pacemakers cérébraux" sont également utilisés pour traiter les cas de dépression grave ou bien encore pour éliminer les crises d'épilepsie avec une stimulation programmée. Problème : à long terme, ces électrodes causent une détérioration des neurones. Un inconvénient qui pourrait bien être dépassé prochainement grâce à une nouvelle puce conçue par Naweed Syed : « capable de détecter l'activité d'un neurone dopaminergique, son couplage avec une électrode DBS permettrait de gérer plus précisément la libération de neurotransmetteur et d'éviter ainsi les dommages cérébraux ».

> « À l'opposé de ces implants capables de stimuler le cerveau, d'autres types d'électrode sont conçus pour surveiller ce qu'il s'y passe »

LE FONCTIONNEMENT CÉRÉBRAL SOUS SURVEILLANCE. À l'opposé de ces implants capables de stimuler le cerveau, d'autres types d'électrode sont conçus pour surveiller ce qu'il s'y passe, notamment chez des personnes ayant perdu le contrôle de leurs membres suite à une lésion de la moelle épinière. C'est le cas de Matthew Nagle, un américain qui s'est retrouvé entièrement paralysé après avoir été poignardé au niveau des vertèbres cervicales.

Une puce, constituée d'une centaine d'électrodes – chacune n'étant pas plus épaisse qu'un cheveu –, a été placée à la surface de son cerveau, au-dessus de la région du cortex qui contrôle les mouvements du bras. L'appareil enregistre l'activité cérébrale du patient et, à l'aide d'un programme, peut convertir ses intentions en commandes informatiques. Grâce à ce dispositif, Matthew est devenu capable de contrôler le curseur d'une souris, commander une télévision, lire ses emails, mais aussi mouvoir les doigts d'une prothèse externe de main.

IMITER UN RÉSEAU DE NEURONES. Autre espoir pour les personnes ayant subi une lésion de la moelle épinière : le projet HYRENE (HYbridation de



L'objectif du projet HYRENE est de développer de nouveaux systèmes de communication entre réseaux de neurones vivants et réseaux de neurones artificiels. Cette image montre le protocole d'enregistrement des signaux électriques de la moelle épinière.

REseaux de NEurones pour l'exploration de fonctions de réhabilitation) au sein duquel collaborent plusieurs équipes de biologistes et d'ingénieurs. « L'objectif est de développer des puces adaptées au format des moelles épinières et qui imitent un réseau de neurones vivants » explique Sylvie Renaud, chercheuse spécialisée en bioélectronique et coordinatrice des travaux. « La moelle épinière est une sorte de circuit électrique, on regarde donc comment on peut reconnecter les commandes qui viennent du cerveau vers les organes de la locomotion. »

Toute la difficulté réside dans le fait qu'une lésion de cette partie du système nerveux central n'est pas une simple coupure dans le circuit : « lorsque la moelle épinière est lésée, on perd le réseau de neurones qui traite l'information à cet endroit-là, détaille la chercheuse. Nous devons donc recréer un faux circuit neuronal électronique qui va fournir les bonnes instructions, puis les réinjecter en dessous de la lésion. » Pour l'instant, les équipes travaillent à reconstituer les signaux nécessaires à la commande des muscles.

PROCHAINE ÉTAPE, LES NEUROPUCES. Si le projet HYRENE cherche à établir une communication entre des réseaux de neurones vivants et des réseaux de neurones artificiels, d'autres laboratoires vont encore plus loin en créant des neuropuces qui mêlent cellules vivantes et composants électroniques. Ces puces hybrides sont capables de stimuler les cellules cérébrales au niveau d'un seul neurone, puis d'enregistrer la réponse émise par ce neurone (voir l'encadré). Manipulées uniquement in vitro, elles servent pour l'instant à mieux comprendre le fonctionnement des neurones, du tissu nerveux et des réseaux neuronaux. Naweed Syed, qui travaille également sur ce type d'interface, a développé une nouvelle puce permettant d'observer directement l'activité d'une cellule nerveuse à partir de la puce elle-même.

Par ailleurs, les applications futures sont prometteuses : on pourrait, entre autres, utiliser ces puces pour tester des médicaments agissant sur le système nerveux. Et ce n'est pas tout. Peter Fromherz, ancien directeur de l'Institut Max Planck de Biochimie à Munich, et pionnier en matière d'interface neuronale sur puce, suggère deux domaines qui pourraient faire bon usage des systèmes hybrides : « les appareils neuroprothétiques, qui enregistrent l'activité cérébrale pour contrôler les prothèses ou qui stimulent le cerveau grâce à des yeux ou des oreilles artificielles, et les ordinateurs hybrides ». Pour cette dernière application, le biochimiste, qui a travaillé pendant près de trente ans à fusionner des cellules nerveuses avec des puces électroniques, nuance toutefois : « cela reste de la spéculation. La question est de savoir si les systèmes hybrides peuvent résoudre un problème donné mieux ou plus vite qu'un ordinateur purement électronique. Mais avant d'y penser, nous devons comprendre ce qu'il se passe dans les réseaux de neurones complexes ». ●

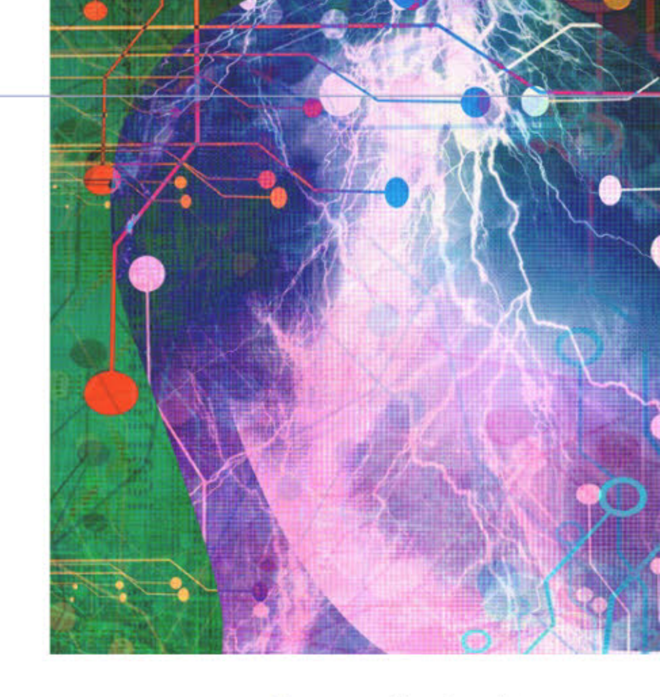
RÉFÉRENCES

■ **M.E. Spira et A. Hai,** *Multi-electrode array technologies for neuroscience and cardiology,* **Nature, février 2013.**

■ **F. Larramendy,** *Interface entre neurones et puces structurées électroniques pour la détection de potentiels d'action,* **Thèse de doctorat, février 2013.**

■ **B.A. Patel et coll.,** *A planar microelectrode array for simultaneous detection of electrically evoked dopamine release from distinct locations of a single isolated neuron,* **Analyst, avril 2013.**

PAR SUZANNE ROBIC



Des chercheurs sont parvenus à établir une relation fonctionnelle entre deux cerveaux de rat, leur permettant de communiquer par le seul biais de leurs signaux neuronaux. Une avancée spectaculaire, mais pour la communauté scientifique, il en faudra bien plus pour créer de véritables "ordinateurs biologiques".

DES CERVEAUX CONNECTÉS À DISTANCE



MIGUEL NICOLELIS est le directeur du Nicolelis Laboratory de l'université Duke, États-Unis.



SLIMAN BENSMAIA est le directeur du Somatosensory Research Laboratory de l'université de Chicago, États-Unis.



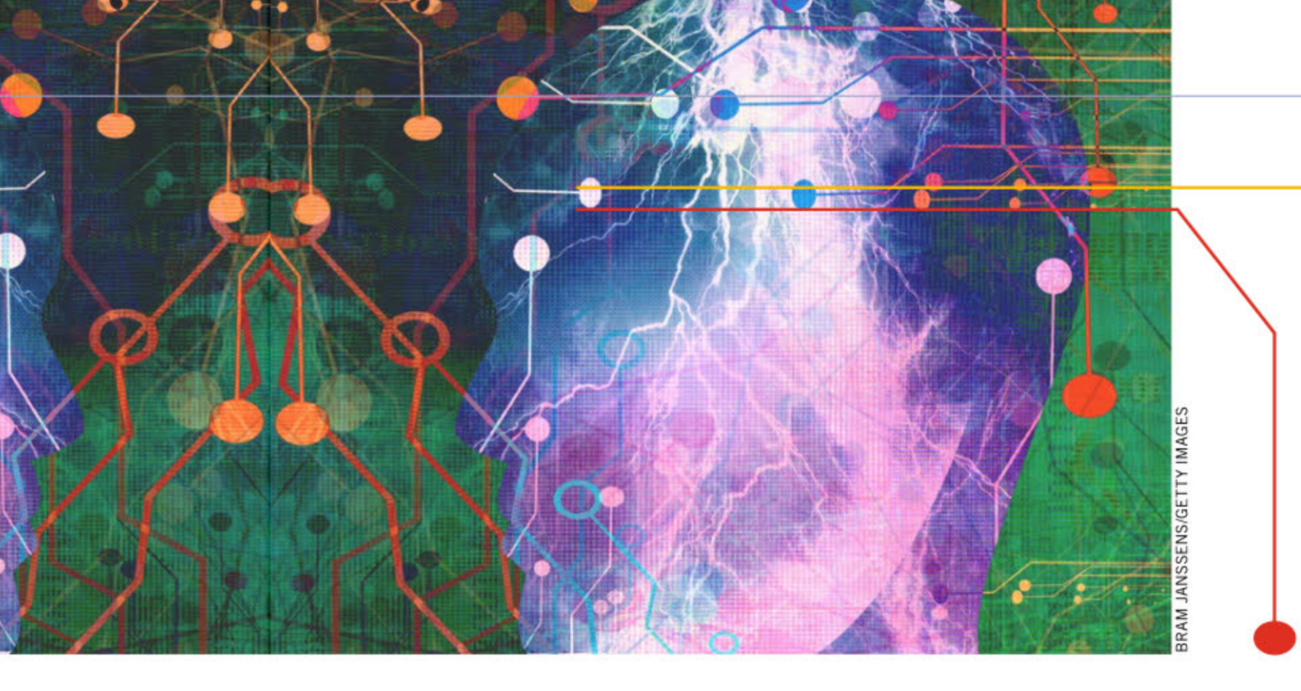
HÉLÈNE LAMBIN, IRCM

ERIC RACINE est le directeur de l'unité de recherche en neuroéthique de l'Institut de Recherche Clinique de Montréal, Canada.

La télépathie désigne un échange d'informations entre deux personnes n'impliquant aucune interaction physique ou sensorielle. Si les débats sur la réalité de ce phénomène se poursuivent (voir notre dossier sur l'irrationnel, n° 28, décembre 2012/janvier 2013), la communication cérébrale à distance existe. Une équipe de chercheurs, sous la houlette de Miguel Nicolelis, de l'université de Duke, vient de réussir à faire communiquer deux rats séparés par près de 10 000 kilomètres !

UNE INTERFACE CERVEAU-CERVEAU. Le concept est proche de celui des interfaces cerveau-machine, qui utilisent les signaux cérébraux du sujet pour agir sur le monde extérieur. Mais il s'agit ici d'une interface cerveau-cerveau, qui utilise le signal cérébral d'un cerveau pour l'envoyer à un autre cerveau. Dans cette étude, le premier rat (rat encodeur) est hébergé à l'institut de neurosciences de la ville de Natal, au Brésil. Le second rat (rat décodeur) se trouve à l'université Duke, aux États-Unis. Les deux rats sont entraînés séparément : le rat encodeur apprend à presser un levier lorsqu'il voit un signal lumineux, une action qui lui permet d'obtenir de l'eau. Le rat décodeur s'entraîne de son côté à appuyer sur un levier suite à une microstimulation appliquée par les chercheurs dans son cortex sensori-moteur (la région du cortex qui intègre les messages sensoriels et planifie les mouvements), ce qui lui permet également d'obtenir une récompense.

Lors de cette phase, les deux rats n'interagissent pas entre eux. Les chercheurs ont ensuite implanté



BRAM JANSSENS/GETTY IMAGES

de fines électrodes dans le cortex moteur du rat encodeur, afin de recueillir en temps réel l'activité de ses neurones. Ce signal est envoyé au rat décodeur, également au niveau de son cortex sensori-moteur, ce qui lui indique s'il doit ou non appuyer sur le levier. Résultat? Lorsqu'il ne reçoit pas ce signal, le rat décodeur répond au hasard. En effet, n'ayant aucun moyen de savoir si la lumière dans la cage de l'animal encodeur est allumée ou non, son score stagne autour de 50 % de réussite. En revanche, lorsqu'il reçoit le signal provenant du rat encodeur, son score augmente pour atteindre 70 %. Si le rat décodeur donne la bonne réponse, les deux rats reçoivent une récompense, ce qui permet au premier rat d'avoir un feedback sur le signal envoyé au second rat. Et quand le rat décodeur commet une erreur, l'encodeur voit ses signaux cérébraux renforcés, pour les rendre plus accessibles à son homologue.

VERS UN SUPER-ORDINATEUR BIOLOGIQUE? Les chercheurs ont ensuite voulu vérifier si des informations tactiles pouvaient être envoyées d'un cerveau à l'autre, de la même façon que les informations motrices. À l'aide de ses moustaches, le rat encodeur doit déterminer la largeur d'une ouverture. Si l'ouverture est étroite, le rat doit donner un petit coup du côté droit, si elle est large il doit le donner du côté gauche. Le signal issu de son cortex sensori-moteur est ensuite envoyé au rat décodeur. Dans 60 % des cas, celui-ci donne un coup du bon côté. « Cette étude démontre pour la première fois que des informations motrices et tactiles, extraites en temps réel des signaux neuronaux provenant d'un autre rat, peuvent être utilisées à distance », affirment les chercheurs. Pour Miguel Nicolelis, ces travaux ouvrent la voie à un futur étonnant : une connexion entre plusieurs cerveaux, pour créer une super-entité d'un nouveau genre. « En connectant plusieurs cerveaux, on pourrait créer un ordinateur biologique qui ne fonctionne pas à l'aide d'un algorithme, comme c'est le cas de nos ordinateurs classiques », explique-t-il. Ces premiers résultats ouvrent des pistes dans le domaine de la mise en réseau de cerveaux de plusieurs entités distinctes. Cette idée, discutable sur le plan éthique, présente pourtant un fort potentiel.

UN PREMIER PAS… DE GÉANT? Pour Sliman Bensmaia, directeur d'un laboratoire de recherche à l'université de Chicago, de nombreux domaines sont aujourd'hui limités par la puissance des ordinateurs actuels : « étant donné le pouvoir et la plasticité du cerveau, cette idée est forcément intrigante pour les chercheurs ». Ce type d'ordinateur biologique permettrait de stocker et de traiter l'information d'une manière non pas statique, mais dynamique, et serait doté d'une certaine faculté d'apprentissage. Concernant l'aspect éthique, les avis sont partagés : pour Éric Racine, directeur de l'unité de recherche en neuroéthique de l'Institut de Recherche Clinique de Montréal, « ce type d'application mériterait clairement d'être accompagné d'une réflexion éthique. Les risques associés des interfaces cerveau-cerveau sont bien moins connus que ceux des interfaces cerveau-machine ».

Sliman Bensmaia, de son côté, pointe l'aspect le plus critiquable de cette étude : « Je suis convaincu qu'une meilleure compréhension du cerveau, si elle se fait dans les meilleures conditions possibles, aurait un impact positif sur l'humanité ». Pour lui, ce sont les résultats présentés, et l'interprétation que les auteurs en font, qui posent problème dans les travaux de Miguel Nicolelis : « la façon dont les deux cerveaux sont connectés est loin d'être sophistiquée. De plus les performances obtenues sont assez faibles. Ce qui est exaspérant, ce sont les conclusions fantaisistes que tirent les auteurs concernant les applications de ce type d'interface, alors même que les résultats obtenus restent plutôt simplistes ». ●

RÉFÉRENCES

■ **M. Pais-Vieira et coll., *A brain-to-brain interface for real-time sharing of sensorimotor information,* Nature Scientific Reports, février 2013.**

PAR CLÉMENCE GUEIDAN



Justice, économie et marketing, éthique… Depuis quelques années, la neuro-imagerie s'immisce dans des domaines de plus en plus éloignés des laboratoires. Mais si ces techniques sont séduisantes et prometteuses, peuvent-elles pour autant tout expliquer du fonctionnement du cerveau et des mécanismes de la pensée? « Le cerveau n'est pas ce que vous pensez » (PUG, 2013) fait le point sur ces outils et nous alerte sur leurs limites. Fabrice Guillaume, co-auteur et maître de conférences à l'université d'Aix Marseille, fournit toutes les clés pour mieux comprendre ces enjeux.

NEURO-IMAGERIE: *« Le cerveau n'est pas ce que vous pensez! »*

Pourquoi, selon vous, observe-t-on aujourd'hui un tel engouement pour la neuro-imagerie ?

Les chercheurs attendaient depuis longtemps un outil permettant de visualiser l'activité cérébrale durant une tâche particulière, in vivo et de façon non invasive. La neuro-imagerie offre la possibilité d'observer les états cérébraux correspondants à des états mentaux ou psychologiques spécifiques. Cette mise en relation est indispensable pour comprendre le fonctionnement de notre cerveau. Rendre cette relation transparente est un des plus grands défis scientifiques du XXIe siècle. Par ailleurs, il faut bien prendre conscience du pouvoir de séduction des images du cerveau qui, en tant que pseudo-preuves visuelles, finissent par devenir une réalité objective difficile à contester. L'image parle d'elle-même et généralement au-delà de ce qu'on peut réellement lui faire dire. Certains considèrent avoir localisé une région responsable d'une compétence sociale ou d'un comportement criminel, alors même que de nombreuses interrogations persistent au sein de la communauté scientifique sur ce que représente réellement une neuro-image.



FABRICE GUILLAUME est maître de conférences en psychologie et en neuropsychologie cognitive à l'université d'Aix Marseille, France.

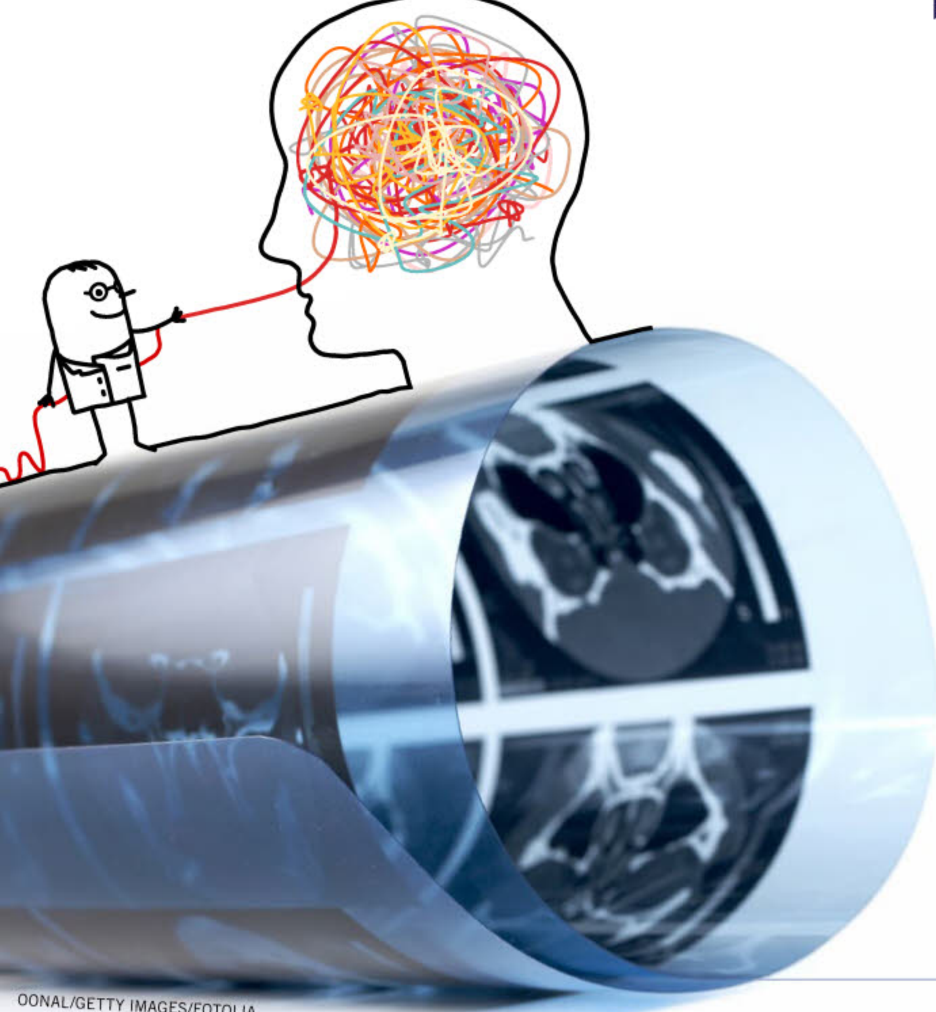
FOTOLIA

Les études neuro-scientifiques sont-elles toujours fiables ?

C'est la question que l'on se pose quand on découvre les résultats d'une analyse menée récemment par une équipe américano-britannique. Les chercheurs ont en effet passé au crible les méthodologies recensées par 48 méta-analyses portant sur 740 articles publiés en 2011 dans le champ des neurosciences. Le résultat est pour le moins inquiétant : les études examinées présentent une puissance moyenne d'environ 20 % ! Il faut savoir qu'habituellement, la puissance d'un test, c'est-à-dire son aptitude à mettre en évidence une différence lorsqu'elle existe (entre les effets d'un nouveau médicament et d'un placebo par exemple), est considérée comme satisfaisante à partir de 80 %. Ici, les études ont donc seulement une chance sur cinq de détecter les effets qu'elles testent, même si ces effets existent bel et bien. Un manque de fiabilité qui serait dû principalement à la taille trop petite des échantillons observés. Les auteurs de l'étude espèrent que leurs travaux susciteront une prise de conscience dans la communauté scientifique.

RÉFÉRENCE

■ **K.S. Button et coll.,** ***Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience,*** **Nature, avril 2013.**



OONAL/GETTY IMAGES/FOTOLIA

▶ Ces nouvelles techniques peuvent susciter de nombreux biais. Pouvez-vous nous en dire plus à ce sujet ?

Il est important de comprendre qu'une image obtenue à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) n'est pas une image directe de l'activité du cerveau, mais une image reconstruite de cette activité. L'image finale présentée dans les articles scientifiques est une représentation de résultats statistiques et non une mesure directe de l'activité du cerveau. Dès lors les paramètres de cette reconstruction déterminent à la fois l'image obtenue et l'interprétation qui en sera faite. Les erreurs d'interprétation les plus fréquentes sont plutôt des surinterprétations. On trouve également des études où les processus psychologiques sont inférés à partir de l'activité cérébrale. Autrement dit, à partir de l'observation d'une activation dans une région du cerveau, les auteurs déduisent la présence d'une activité psychologique et mentale particulière. Ce type particulier de raisonnement n'est valide que si une même région cérébrale est toujours mise en jeu par l'activité mentale en question et non par une autre. Malheureusement, ou plutôt heureusement, la plupart des régions de notre cerveau ne sont pas dédiées à une seule activité cognitive.

De nombreuses recherches visent à localiser les zones du cerveau s'activant lors de tel ou tel processus cognitif. Quels sont les problèmes posés par cette "course à la localisation" ?

L'IRMf est une technique particulièrement efficace pour la localisation. La dimension temporelle des processus échappe en revanche à cette investi-

gation. Le danger est de considérer qu'à partir du moment où les corrélats cérébraux d'un processus psychologique sont localisés dans le cerveau, on possède l'explication. C'est aller un peu vite en besogne. Si la neuro-imagerie est la réponse, quelle est la question ? Localiser les supports cérébraux d'un processus psychologique ne revient pas complètement à l'expliquer. Sauf si on considère que la région cérébrale ainsi localisée suffit à elle seule à la mise en œuvre du dit processus ou comportement. C'est un peu comme si vous disiez que la mélodie est localisée dans les touches du piano. Ce sur quoi il faut nous interroger, c'est dans quelles conditions il est possible de parvenir à comprendre la musique en observant le piano.

> « Considérer que l'activité d'une région du cerveau est la cause unique d'un comportement n'est qu'une illusion, de nombreux autres facteurs jouent un rôle déterminant »

Dans votre livre, vous faites référence au développement de nouvelles disciplines comme le neuro-marketing, la neuro-économie ou encore le neuro-droit. Dans les domaines de la justice ou de l'éthique, les dérives pourraient être graves…

La neuro-imagerie reste une science probabiliste qui s'accorde difficilement avec la notion de preuve ou de démonstration. Il est très délicat de l'utiliser dans l'exercice de la justice. En France, la loi de bioéthique du 7 juillet 2011 offre désormais la possibilité de présenter des données issues de la neuro-imagerie comme pièces devant les tribunaux. Reste à savoir si les magistrats et les jurés pourront évaluer ce type de preuve à sa juste valeur. C'est déjà difficile pour un neuroscientifique de comprendre exactement la valeur de la preuve présentée par une neuro-image : comment a-t-elle été obtenue ? Dans quelles conditions ? Quelle est la possibilité d'erreur associée à cette preuve ? Difficile par ailleurs d'affirmer que la signature cérébrale d'un suspect montre qu'il a une connaissance préalable de la scène de crime, qu'il ment ou qu'il s'agit d'un récidiviste potentiel. Comment présenter une neuro-image comme preuve devant un tribunal dans ces conditions ? Elle peut tout au plus renforcer une présomption, mais c'est alors celle de l'innocence qui doit être privilégiée.

Devant un tel constat (surinterprétation, usages abusifs…), on peut se demander ce que la neuro-imagerie apporte de positif. Quels sont les avantages de ces nouvelles techniques ?

L'exploration de la relation entre l'esprit et le cerveau est une voie de recherche incontournable et riche de promesses. Il ne s'agit pas de noircir le tableau. L'approche critique que nous avons souhaité développer dans notre livre se veut avant tout constructive. Il s'agit simplement de rappeler que cette jeune science qu'est la neuro-imagerie doit rester prudente et sage dans ses conclusions. De nombreuses difficultés techniques, méthodologiques et théoriques restent encore à résoudre. Et force est de constater que prudence et sagesse ne sont pas toujours de mise dans la littérature scientifique concernée. Mais des découvertes intéressantes ont été faites ces dernières années. Et n'oublions pas non plus que la neuro-imagerie est devenue un outil indispensable dans le domaine médical tant il est efficace pour localiser une atteinte du système nerveux ou guider une opération.

Quelles sont finalement les limites de la relation entre neuro-imagerie et psychologie ?

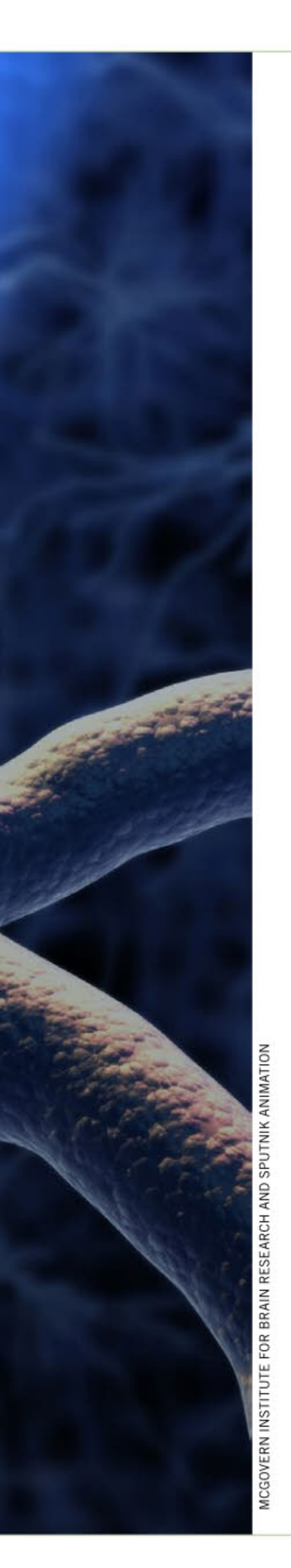
La neuro-imagerie ne peut se passer de la psychologie cognitive puisque c'est de cette compétence que dépendra la signification de l'image cérébrale. Réciproquement, la neuro-imagerie est indispensable pour comprendre le fonctionnement et elle peut, dans certaines circonstances, permettre de départager différentes options théoriques. Pas de limites donc, mais le souhait que la fascination pour la technique ne prévale pas sur la justesse des interprétations fournies. Si le cerveau est le support privilégié de notre activité mentale, il reste que de nombreux autres facteurs – sociaux, environnementaux, ontogénétiques, développementaux, etc. – ont également un rôle déterminant dans la construction du fonctionnement cérébral et, par conséquent, dans la manifestation des états psychologiques. C'est en ce sens que localiser une activité cognitive précise dans le cerveau ne revient pas à l'expliquer complètement. ●

RÉFÉRENCE

■ **F. Guillaume, G. Tiberghien et J.-Y. Baudouin, *Le cerveau n'est pas ce que vous pensez : Images et mirages du cerveau*, Presses Universitaires de Grenoble, 2013.**



Un faisceau lumineux bleu visant les neurones du striatum permet de stopper la compulsion le temps de l'exposition au rayon.



MCGOVERN INSTITUTE FOR BRAIN RESEARCH AND SPUTNIK ANIMATION

Révolution médicale

PAR ÉLODIE COURTEJOIE

OPTOGÉNÉTIQUE Une idée lumineuse pour traiter les TOC

Et s'il suffisait d'éclairer certaines zones du cerveau pour en finir avec les troubles obsessionnels compulsifs ? Les travaux parallèles de deux équipes de recherche, en France et aux États-Unis, viennent de révéler le potentiel d'une méthode récente : l'optogénétique, alliance de la stimulation lumineuse et du génie génétique.



ÉRIC BURGUIÈRE est chercheur en neurobiologie à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière de l'Inserm, France.

Catherine a un TOC. Depuis son adolescence, elle ne peut réprimer son angoisse des germes et des microbes. Alors chaque jour elle passe deux heures sous la douche et frotte jusqu'à s'abîmer la peau. Comme elle, 2 à 3 % de la population en France serait victime d'un trouble obsessionnel compulsif. Et parmi les personnes concernées, environ une sur cinq ne tire aucun bénéfice des thérapies, au point de vivre un véritable enfer. Depuis 2009, la stimulation électrique profonde est utilisée dans les cas extrêmes. Ce procédé très invasif consiste à implanter des électrodes dans le cerveau, rattaché à un générateur, sorte de "pacemaker neurologique" délivrant un courant électrique.

LE FAISCEAU LUMINEUX, INTERRUPTEUR COMPORTEMENTAL. Les travaux de recherche s'orientent actuellement vers une alternative : un traitement révolutionnaire à base de rayons lumineux, basé sur l'optogénétique. Le principe de cette technique est simple. Une protéine, la channelrhodopsine, a pour particularité d'être activée par la lumière bleue. Lorsque des cellules neuronales expriment cette protéine, elles deviennent également sensibles à la lumière bleue, qui agit alors comme un inter-

“L'optogénétique permet d'inhiber ou d'exciter l'activité des neurones”

rupteur : les cellules réagissent spécifiquement à cette luminosité ou au contraire restent au repos en l'absence de lumière.

Eric Burguière, actuellement à l'Inserm, mais qui officiait au MIT de Boston aux débuts de ses travaux, s'intéresse au potentiel de l'optogénétique dans le traitement des TOC. L'expérience débute par une note de musique, suivie quelques secondes après d'une goutte d'eau sur le museau de la souris, provoquant un réflexe de toilettage. Au fur et à mesure des répétitions, les rongeurs se nettoient dès la perception de la note, sans attendre d'être mouillés. Mais chez des souris n'exprimant pas une protéine normalement présente dans les synapses des neurones du striatum – une zone cérébrale associée à l'apprentissage, à l'émergence des habitudes et à la prise de décisions –, les choses se passent autrement : après quelques répétitions, musique ou pas, elles se lavent le museau de manière répétée. Elles sont donc incapables d'inhiber ce comportement, à l'image des personnes présentant un TOC.

EXCITER OU INHIBER DES NEURONES. Le chercheur fait alors appel à l'optogénétique, en modifiant les neurones du striatum de façon à ce qu'ils expriment la protéine sensible à la lumière, permettant ainsi de contrôler leur activité. Et les résultats sont étonnants : une souris qui se toilette de manière répétée et sans raison s'arrête net dès que le faisceau de lumière éclaire les neurones visés. Dès que le faisceau disparaît, la souris reprend les mêmes gestes répétés !

Au même moment, une équipe de l'université Columbia mène l'expérience inverse. Dans la première phase, les chercheurs font exprimer une protéine photosensible à la lumière sur les neurones concernés par les automatismes. Puis, tout comme Éric Burguière, ils projettent un faisceau lumineux entre le cortex orbitofrontal et le striatum. Cette opération de cinq minutes est renouvelée pendant cinq jours sur des souris saines. Peu à peu, les souris ont développé un comportement répétitif de toilettage, même après l'arrêt de l'expérience. Les chercheurs ont donc provoqué un trouble obsessionnel compulsif, tandis qu'Éric Burguière l'a effacé le temps de la projection d'une onde lumineuse à travers le crâne ! Ces deux études démontrent que « l'optogénétique permet d'inhiber ou d'exciter l'activité des neurones », comme le résume Éric Burguière. En plus de valider leur hypothèse commune, les chercheurs ont donc mis le doigt sur un traitement potentiel.

LED SANS FIL ET CELLULES PHOTOLUMINESCENTES. De retour en France, Éric Burguière étudie désormais les possibles effets secondaires physiologiques et comportementaux, liés d'une part à la stimulation cérébrale profonde pour les personnes traitées pour des TOC sévères, et d'autre part chez des souris avec l'optogénétique. À première vue, il semble que les neurones soient affectés lors de projections lumineuses répétées, « mais nous n'observons pas de toxicité affectant le développement des neurones », explique l'intéressé.

La thérapie issue de l'optogénétique ne va donc pas se concrétiser immédiatement. En plus de l'analyse des effets à long terme, il faut envisager un dispositif moins invasif, actuellement similaire à la stimulation électrique profonde. « Des équipes travaillent sur une illumination du crâne sans pénétrer le cerveau, d'autres sur des LED sans fil pour les injecter dans les tissus, et d'autres encore sur des cellules photoluminescentes », énumère le scientifique. De quoi briller dans le futur !

L'optogénétique, une méthode aux multiples applications

Les débuts de l'optogénétique remontent à 2005. À l'origine, un biologiste allemand observe une algue dans laquelle une molécule photosensible réagit différemment selon l'exposition à la lumière. Aujourd'hui, plus de 900 laboratoires dans le monde travaillent à partir de cette technique qui pourrait s'avérer révolutionnaire en neurologie, mais aussi en ophtalmologie, en cardiologie ou en immunologie. Stimuler le cœur d'un poisson en transférant des molécules photosensibles dans ses cellules cardiaques, activer la fabrication d'insuline chez des diabétiques, rendre la vue dans certaines formes de cécité, traiter la maladie de Parkinson, l'anorexie mentale ou la dépression profonde, sont autant de possibilités envisagées.

RÉFÉRENCES

■ **E. Burguière et coll.,** *Optogenetic stimulation of lateral orbitofronto-striatal pathway suppresses compulsive behaviors,* **Science, juin 2013.**

■ **S. Ahmari et coll.,** *Repeated cortico-striatal stimulation generates persistent OCD-like behavior,* **Science, juin 2013.**

TIMBOOTH2770/FOTOLIA

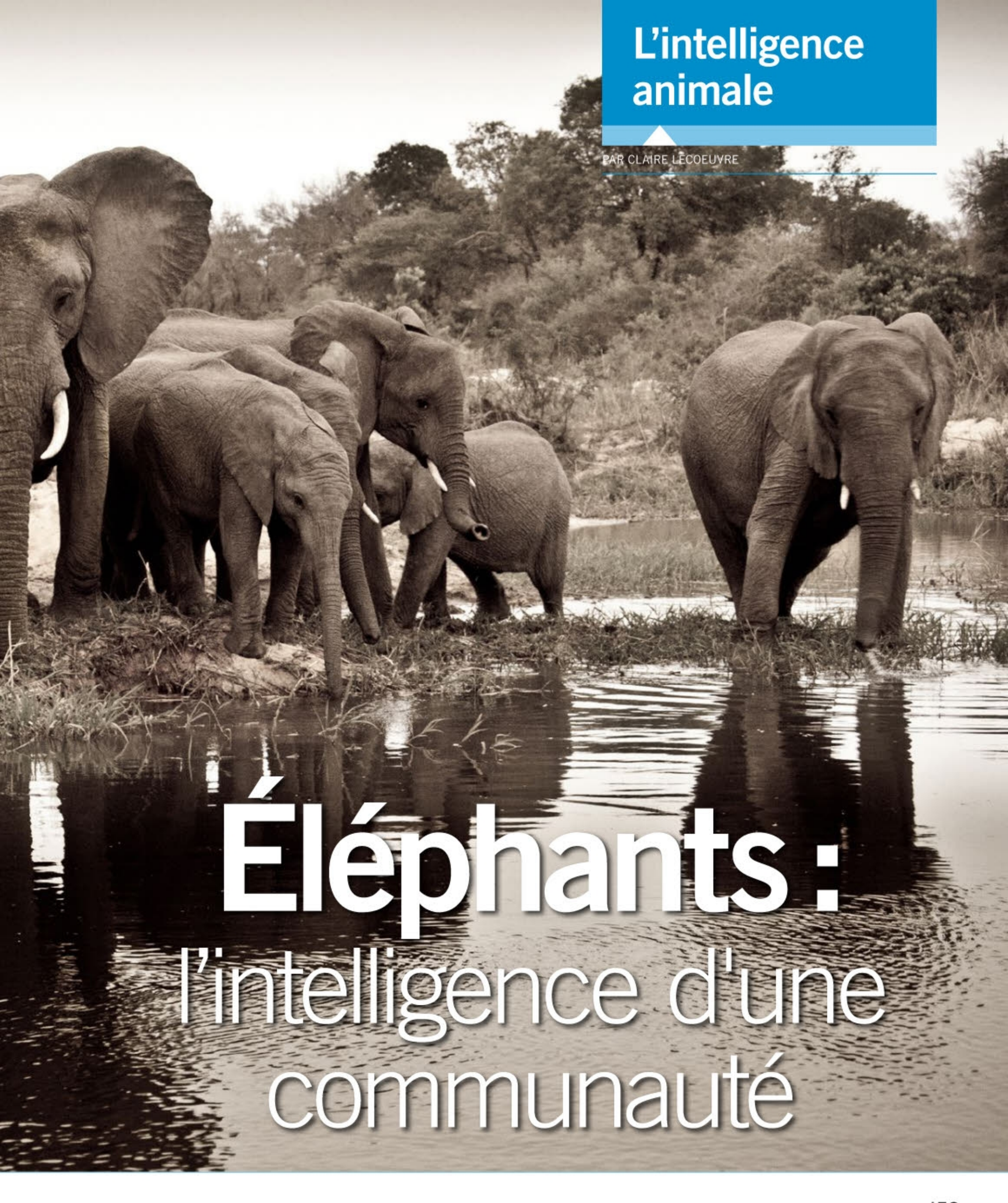
Les éléphants forment des sociétés complexes dans lesquelles l'entraide est un élément clé. Leur cohésion se base sur des comportements sophistiqués, que les plus jeunes découvrent et s'approprient. Une intelligence de groupe qui favorise la transmission, l'apprentissage social et l'innovation.

On en connaît la mémoire, la lenteur, la puissance. L'éléphant mérite également qu'on s'intéresse à lui pour son intelligence sociale. Ces animaux s'organisent en sociétés complexes qui ne cessent de se modifier dans le temps. Dans de tels groupes, la transmission du savoir par l'observation des autres s'avère un moyen efficace d'intégrer les informations utiles à la survie du groupe et à la vie collective. Il s'agit de la théorie de l'apprentissage social : un individu apprend de nouveaux comportements en observant ses pairs.

C'est ce qu'a voulu montrer l'équipe de Brian J. Greco, de l'université de Californie à Davis, dans une étude publiée cette année. Des éléphants modèles doivent enseigner à d'autres, après l'avoir eux-mêmes testée, la meilleure manière d'obtenir la nourriture cachée dans une boîte. Les premiers sont donc placés face à six contenants différents. Par exemple, une boîte cylindrique est fermée par un cercle attaché par une ficelle en bas et par un simple cercle en haut. Les sujets modèles doivent réussir à tirer la corde ou détourner le cercle pour ▶



JOYCE POOLE est présidente de l'association ElephantVoices.



PAR CLAIRE LECOEUVRE

Éléphants : l'intelligence d'une communauté


DR

Pour atteindre la nourriture, ces deux éléphants doivent coopérer en tirant sur la ficelle simultanément.

passer leur trompe. Ils sont observés par un autre éléphant qui doit ensuite faire la même chose. L'apprenant n'utilise pas la même méthode pour atteindre la nourriture. Il reste cependant plus longtemps sur l'objet, fait preuve d'une plus grande curiosité et tente de chercher des solutions. L'étude conclut que cette forme d'apprentissage existe bien puisqu'elle favorise la recherche et stimule l'intérêt des individus.

COPIER POUR MANGER. Cependant, comme les auteurs le remarquent, dans la nature les éléphants apprennent à se nourrir assez jeunes, donc démontrer l'apprentissage de techniques de recherche d'aliments par des individus adultes semblait plus compliqué. L'apprentissage social se produit plus facilement pour les éléphanteaux entourés par plusieurs mères. Les groupes d'éléphants sont en effet constitués de telle manière que les jeunes sont très encadrés. « Il existe un phénomène d'"allomothering" : les éléphantes coopèrent pour élever leurs petits ensembles », note Elsa Loissel, assistante de recherche dans l'association Think Elephants International. Entourés de la sorte et ce pendant quatre à cinq ans, les plus jeunes sont très bien placés pour copier les adultes qui les entourent.

Joyce Poole, présidente de l'association ElephantVoices, étudie les éléphants du parc Amboseli, dans le sud du Kenya depuis trente ans. Elle décrit comment les jeunes testent pendant deux ans la nourriture des mères pour distinguer ce qui est comestible. Ils mettent la trompe directement dans la bouche des adultes et goûtent aussi le crottin des mères, d'une part pour récupérer les bactéries essentielles à la digestion, mais aussi pour continuer de s'imprégner du goût des aliments qu'ils pourront aller chercher seul lorsqu'ils seront plus âgés. La nourriture change évidemment selon les saisons et la géographie, ce qui peut expliquer la durée de l'apprentissage. Par la suite les éléphants devront réussir à trouver de la nourriture dans des conditions plus complexes, en migrant par exemple. Les jeunes femelles découvrent d'ailleurs grâce aux mères comment trouver des sources d'eau pendant des sécheresses ainsi que de la nourriture appropriée et des minéraux.

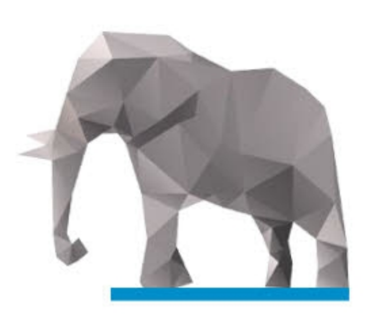
EMPATHIQUES ET ATTENTIFS À L'AUTRE. D'autres comportements ont été répertoriés concernant l'utilisation d'outils simples. Certains adultes ayant arraché puis raccourci des branches pour s'en servir comme chasse-mouches ont ainsi été copiés par des jeunes.

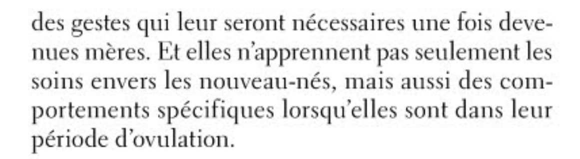
Le cocon formé par le groupe favorise aussi l'attention envers les autres membres. Et ce d'autant plus que les éléphants apparaissent comme des animaux très sensibles. « Ils sont capables d'empathie, explique Joyce Poole. Ils manifestent des comportements d'attention et de soin envers des éléphants qui sont malades, blessés ou mourants ». « Les éléphants aident un congénère blessé à se relever s'il est allongé trop longtemps, car cela peut-être dangereux pour eux vu leur poids », rajoute Elsa Loissel. Un comportement qu'ils apprennent peut-être dès le plus jeune âge. D'une part, toutes les femelles adultes restent très attentives à tous les petits, aidant en particulier les jeunes mères. De plus, les femelles commencent très tôt à s'occuper des éléphanteaux d'autres femelles, ce qui leur permet de s'initier à

> « Apprentissage, coopération, altruisme : les éléphants suivent de véritables règles de société »

Culte des morts chez les éléphants : un signe d'intelligence

Nombreuses sont les représentations des cimetières d'éléphants. Ces animaux étonnent par leurs manifestations récurrentes d'attention envers les carcasses de leurs morts. Comme l'indique Joyce Poole, ils comprennent ce qu'est l'état de mort et accompagnent les individus proches de mourir. Ils sont capables de distinguer la dépouille d'un éléphant de celle d'un autre animal et, qui plus est, de reconnaître celle d'un ancien compagnon. Éléments qu'ils gardent en mémoire durant les longues années – environ 65 ans dans la nature – de leur vie.
Mais chose plus intéressante, ils suivent un comportement rituel envers les morts, en apportant des branchages pour couvrir les os… Or le culte des morts est bien l'un des signes d'une intelligence développée et même, peut-être, d'une culture qui se transmet de génération en génération. L'éléphant nous rattraperait-il ? Difficile tout de même de dire jusqu'à quel point ce comportement est basé sur des capacités cognitives supérieures et appris par l'imitation d'individus de leur groupe.





des gestes qui leur seront nécessaires une fois devenues mères. Et elles n'apprennent pas seulement les soins envers les nouveau-nés, mais aussi des comportements spécifiques lorsqu'elles sont dans leur période d'ovulation.

DES MÂLES UN PEU VOYEURS. De la même manière, les mâles apprennent certaines méthodes pour approcher les femelles. Car les jeunes sont pour ainsi dire un peu bourrus. Ils ne savent pas repérer la différence entre les femelles en période d'ovulation et les autres. On voit ainsi des jeunes tenter de monter n'importe quelle femelle. D'après Joyce Poole, cet apprentissage provient en partie de l'observation que peuvent faire ces jeunes des mâles dits en "musth", un état de grande excitation sexuelle qui correspond aussi à une période très agressive. Les adultes seraient plus tolérants envers les éléphanteaux qu'envers des mâles endurcis. Ils les laisseraient s'approcher et les regarder à moins d'un mètre d'eux lorsqu'ils convoitent une femelle et s'accouplent. Ces jeunes vont alors reproduire le comportement du mâle en musth, sentir les zones où urinent les femelles puis s'accoupler eux aussi avec elles. La scientifique rapporte d'ailleurs que des éléphanteaux dont la famille a été tuée alors qu'ils étaient très jeunes ne savent pas réagir de la bonne manière pour s'accoupler. Ces éléphants ont un comportement anormal, et il arrive même qu'ils se trompent et essaient de monter… un rhinocéros noir.

Les comportements sociaux des éléphants se révèlent très variés, mais restent encore mal connus. Le fait de travailler en équipe, s'il ne signifie pas qu'il y a apprentissage, reste un aspect important dans l'imitation de comportements pouvant être répétés et développés. D'autant que l'intelligence des éléphants laisse à penser qu'à partir d'un phénomène répété et acquis, ils peuvent s'en servir pour d'autres situations.

LES VERTUS DE L'ENTRAIDE. D'après une expérience menée par l'équipe de Joshua Plotnik, fondateur de Think Elephants International, les éléphants sont capables d'attendre un compagnon pour effectuer une tâche qu'ils seraient incapables de réaliser seuls. Ils devaient tirer sur une corde attachée à un plateau contenant de la nourriture. Si l'un d'eux manœuvre seul, trop fort, ou en décalé, le plateau se coince et il est impossible aux éléphants de manger. Mais les animaux testés ont rapidement préféré attendre leur camarade, parfois relâché bien plus tard que lui, pour tirer le plateau. Cette capacité à agir ensemble rappelle l'importance sociale des comportements des éléphants. Les groupes qu'ils forment développent une grande capacité d'innovation pour s'adapter à leur environnement et préserver la cohésion des membres. Comme le note Joyce Poole, « l'innovation et l'apprentissage social sont des éléments essentiels dans le développement et le maintien de la complexité sociale des éléphants ».

Toutes ces observations montrent bien un apprentissage de comportements. Il est en revanche difficile d'évaluer à quel point les individus apprenants développent et renforcent ensuite ce qu'ils ont intégré. Il reste de plus très compliqué d'observer cette transmission du savoir chez des animaux sauvages. L'éléphant à encore beaucoup à montrer à l'Homme ou peut-être à lui apprendre… ●

GETTYIMAGES

RÉFÉRENCES

■ **B.J. Greco et coll.,** ***Social learning in captive African elephants (Loxodonta africana africana),*** **Animal Cognition, mai 2013.**

■ **J.H. Poole et C.J. Moss,** ***Elephant sociality and complexity: the scientific evidence, in C. Wemmer et C.A. Christen (dirs), Never forgetting: elephants and ethics,*** **Johns Hopkins University Press, 2008.**

■ **J.H. Poole et P. Granli,** ***Mind and movement: meeting the interests of elephants, in D.L. Forthman, L.F. Kane et P. Waldau (dirs), An elephant in the room: the science and well being of elephants in captivity,*** **Tufts University, 2008.**

■ **J.M. Plotnik et coll.,** ***Elephants know when they need a helping trunk in a cooperative task,*** **PNAS, mars 2011.**

PAR CLAIRE LECOEUVRE



DMITRY MASLOV/GETTY IMAGES



Des pigeons pas si bêtes…

Peu réputés pour leur intelligence, les pigeons ont pourtant mis au point des stratégies évolutives astucieuses et efficaces. En mémorisant les éléments saillants de leur environnement et les personnes qui les entourent, ils apprennent à contourner les difficultés urbaines pour trouver de la nourriture et éviter leurs ennemis.

Vous avez peut-être déjà couru après des pigeons pour les faire s'envoler en pensant que ces animaux sont vraiment stupides. La prochaine fois, vous pourriez bien reconsidérer cette opinion largement partagée… Les pigeons sont souvent méprisés ou moqués, pourtant si l'on s'y intéresse, ils ont de quoi étonner.

Leur capacité de mémorisation d'un trajet en est un exemple. En voyageant, ils enregistrent des trajets particuliers et peuvent s'en rappeler. Ils gardent en mémoire des points de repère puis réussissent à estimer, entre deux chemins, celui qui sera le plus rapide. Certains scientifiques pensaient que les pigeons s'orientent grâce au soleil et au décalage horaire induit par le trajet. D'après les travaux de Caterina Filannino, biologiste à l'université de Pise, cette explication ne suffit pas. En fait, les pigeons réussiraient aussi à se repérer grâce à des éléments précis du paysage. Ils retiendraient ces endroits à force d'y passer et une fois familiarisés, pourraient s'en servir pour choisir plus vite un chemin. ▶





« Les pigeons sont capables d'ajuster leur comportement selon les circonstances »

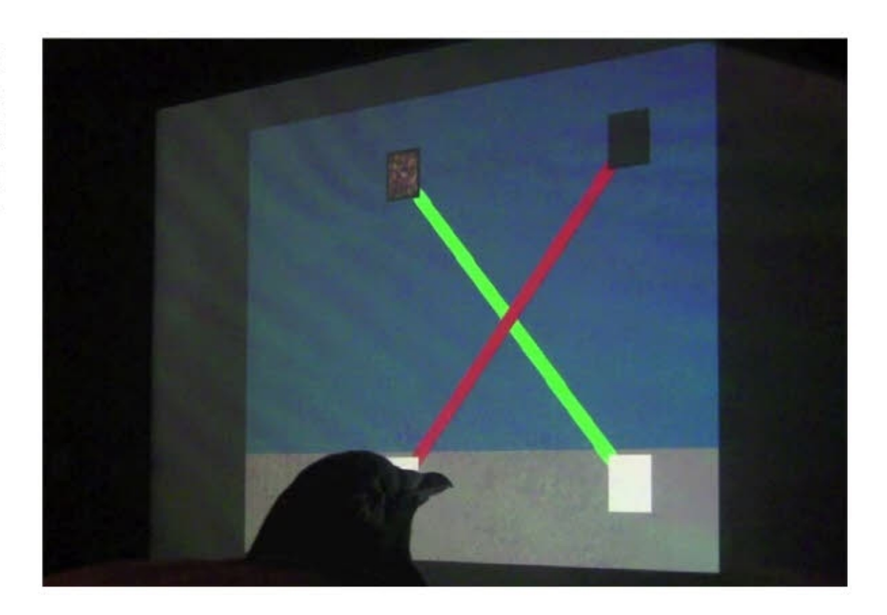
Claudia Stephan, chercheuse au département de biologie cognitive de l'université de Vienne, en Autriche.

En quoi l'étude des pigeons et de leurs comportements est-elle un sujet de recherche intéressant?
Les pigeons sont capables d'ajuster leur comportement selon les circonstances, ils sont très flexibles. La présence de l'humain n'y est pas étrangère. La vie en ville est particulière et les pigeons s'y adaptent très bien. Le fait qu'ils puissent reconnaître des prédateurs et qu'ils développent un mécanisme de signal pour prévenir les autres est une réponse à un environnement dangereux. Ils savent reconnaître les visages ennemis ou amis et ceux de leur sous-groupe. Aujourd'hui, les êtres humains ne sont pas toujours capables de reconnaître les membres de leur propre famille…

Mais peut-on parler d'intelligence?
On parle en réalité de complexité cognitive. Il faut sans doute sortir des schémas que nous connaissons. On pense que l'Homme possède une place unique, de par l'évolution du langage. Mais dans des contextes différents, d'autres stratégies semblent très intéressantes. Le niveau cognitif nécessaire pour manipuler des informations, les réutiliser et les "coder" pour que d'autres individus comprennent, est plus élevé que celui du langage. Ce qui est fascinant chez les pigeons est que leur évolution n'est pas liée au langage. Ils utilisent un apprentissage associatif, en mêlant des informations de différentes origines, visuelle, auditive, etc. Ils peuvent ensuite les comparer avec d'autres informations enregistrées en mémoire. Ils manipulent donc mentalement ces données. De même, si les pigeons n'utilisent pas d'outils, cela ne signifie pas qu'ils ne peuvent rien faire. Mais en revanche, ils ne résolvent pas des problèmes de la même manière que des animaux qui en utilisent… Ils s'adaptent aux obstacles qui se présentent pour trouver de la nourriture. Ils sont capables de percevoir les couleurs, les formes et de s'en servir. Pour survivre en ville, ils doivent faire face à de nombreux problèmes et réagir souvent assez vite.

Qu'y a-t-il encore à apprendre des pigeons?
Ces oiseaux sont peu étudiés, car peu aimés. Nous avons réalisé ces premiers travaux pour contribuer à une perception différente des pigeons. Nous avons vu qu'ils sont capables de faire des liens, et de transférer l'information entre eux. Par exemple, ils ont mis en place des signaux non vocaux pour avertir d'un danger. Le fait de s'envoler d'une certaine manière semble être un signal d'alarme élaboré au sein du groupe. Nous ne connaissons pas encore bien ce mécanisme. Et d'ailleurs, on ne connaît encore rien de leur organisation sociale. Il y a encore beaucoup à étudier chez les pigeons.

D'après les travaux d'Edward A. Wasserman, les pigeons sont capables de résoudre des problèmes , par exemple trouver le fil associé à la nourriture.





EDWARD A. WASSERMAN est professeur de psychologie expérimentale et chercheur à l'université de l'Iowa, États-Unis.

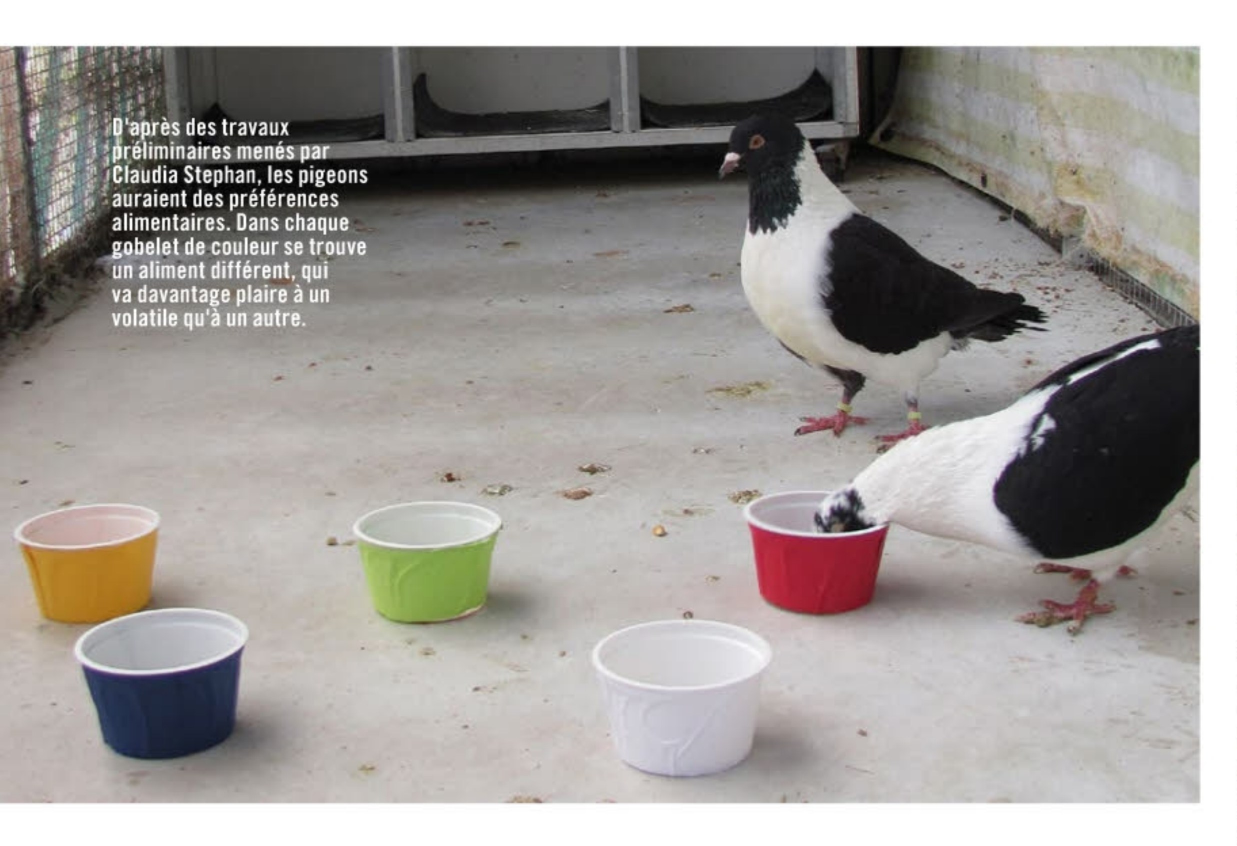
DES CAPACITÉS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈME. Le fait même de vivre en ville démontre une adaptabilité qui peut impressionner. Le pigeon peut apprendre relativement vite à résoudre différents problèmes. Edward Wasserman, chercheur au département de psychologie de l'université de l'Iowa, a testé des pigeons par le biais d'un ordinateur pour estimer leurs capacités d'apprentissage. « Les pigeons n'utilisent pas d'outils, ne sont pas très bons pour chasser en vol et restent donc longtemps au sol. Ils n'ont pas de serres puissantes, mais sont bons pour se servir d'un écran tactile », ironise le chercheur.

Les groupes de pigeons ont été confrontés à des systèmes de ficelles auxquelles est attachée de la nourriture. Parmi les différentes configurations, le pigeon testé doit appuyer à l'écran sur le fil relié à la nourriture, comme s'il le tirait. Les fils étaient présentés à la verticale, penchés parallèlement, croisés, etc. Tous les pigeons ont trouvé la solution adaptée pour obtenir la nourriture. Et même les arrangements considérés difficiles, les fils croisés, n'ont pas posé plus de problèmes. D'après Edward Wasserman, c'est parce qu'ils ont pu s'y habituer. Ce n'est donc là qu'une question d'apprentissage. Le pigeon est donc capable d'apprendre d'une situation donnée et de résoudre un problème pour trouver sa nourriture.

UNE PRÉFÉRENCE POUR LES OBJETS QUI LEUR SONT UTILES. Essentielles pour chercher de la nourriture, les capacités d'apprentissage des pigeons s'expriment dans d'autres domaines. Ils peuvent, d'après l'étude de Claudia Stephan, chercheuse au département de biologie cognitive de l'université de Vienne, classer des objets familiers et leurs usages. Lors d'une expérience, la chercheuse a placé des pigeons face à différentes photos d'objet, connus ou non : des bouteilles en plastique, des containers d'eau, des balais, des éponges, des, des tasses, etc. Les objets familiers et les autres se ressemblaient fortement pour éviter une différenciation physique évidente. Résultat ? Les pigeons reconnaissent aisément les objets de leur quotidien. Mais en particulier ceux dont ils peuvent faire un réel usage. « Ils se rappellent lesquels d'entre eux ont des fonctions intéressantes », s'enthousiasme Claudia Stephan. Les pigeons reconnaissent donc non seulement les objets, mais surtout font le lien avec l'usage qu'ils en font en général. Cela signifie donc une mémoire acquise par expérience.

> « Les pigeons reconnaissent donc non seulement les objets, mais surtout font le lien avec l'usage qu'ils en font en général »

Plusieurs études ont également révélé que ces oiseaux peuvent reconnaître des visages humains. Plus précisément, des visages connus, du quotidien. C'est-à-dire qu'ils sont capables de savoir en voyant quelqu'un si celui-ci va potentiellement le nourrir ou non. Ahmed Belguermi, chercheur au laboratoire d'Éthologie et Cognition comparées à Nanterre, a tenté l'expérience dans le parc du Jardin des Plantes de Paris. Il a habitué un groupe de pigeons à être nourris par deux personnes. L'une, gentille, donnant à manger sans les gêner. L'autre donnant à manger, mais les chassant immédiatement. Au bout de six à neuf fois, les pigeons sont capables de les dissocier pour fuir le second nourrisseur. Lorsqu'au bout d'un certain temps, celui-ci adopte un comportement


D'après des travaux préliminaires menés par Claudia Stephan, les pigeons auraient des préférences alimentaires. Dans chaque gobelet de couleur se trouve un aliment différent, qui va davantage plaire à un volatile qu'à un autre.

neutre, les pigeons conservent le même comportement envers lui : ils le fuient.

DES STRATÉGIES POUR SE PROTÉGER DES ENNEMIS. Cette adaptation leur permet de se nourrir plus rapidement. Puisqu'ils savent qui va les nourrir, ils peuvent aller vers cette personne dès qu'elle approche. Et à l'inverse ils savent prévoir l'attaque d'un prédateur. Ils intègrent des informations visuelles, telles que des mouvements spécifiques, qu'ils analysent pour deviner les intentions, même d'assez loin. Ce qui est, évidemment un avantage pour s'enfuir si besoin est. Mais ils utilisent aussi les indices sonores. « Ils vont alors croiser les informations auditive et visuelle et les comparer avec des données qu'ils ont enregistrées dans le temps », note Claudia Stephan.

> « Les pigeons imitent le son des corneilles pour signaler un danger à leurs congénères »

Dans le cadre de ses travaux, Ahmed Belguermi s'est intéressé à la réaction des pigeons au cri des corneilles, omniprésentes dans leur quotidien dans les grandes villes, et au bruit spécifique que produisent leurs ailes au décollage. Les pigeons ont élaboré de nouvelles stratégies pour se protéger des attaques de corneilles. Et ils ont mis au point des signaux d'alerte pour le reste de leur groupe. Habitués à leurs cris, signe de danger, ils ont appris à les imiter et l'utilisent au moins danger potentiel. C'est devenu, pour le groupe de pigeons étudiés, un véritable signal d'alarme.

S'ADAPTER À LA VIE DE L'HOMME. Si les relations entre les êtres humains et ces volatiles sont rarement au beau fixe, les premiers auraient pourtant contribué au développement cognitif des seconds. Pour Claudia Stephan, l'Homme a sans doute joué un rôle important dans l'évolution du pigeon. Tout d'abord, en créant ce milieu urbain, dans lequel le pigeon s'est intégré. Car le pigeon doit être adaptable pour exprimer et renforcer des capacités cognitives complexes. « En tant qu'animal vivant en ville, il doit posséder des stratégies d'apprentissage importantes et une grande flexibilité », avance Claudia Stephan. Les pigeons apprennent donc assez vite et mettent en place des stratégies inédites et innovantes pour se nourrir ou se protéger. Attention donc, si jamais vous voulez, de nouveau, faire peur à un pigeon : il vous reconnaîtra peut-être. ●

RÉFÉRENCES

■ **E.A. Wasserman et coll.,** ***Pigeons learn virtual patterned-string problems in a computerized touch screen environment,*** **Animal Cognition, février 2013.**

■ **C. Filannino et coll.,** ***Individual strategies and release site features determine the extent of deviation in clock-shifted pigeons at familiar sites,*** **Animal Cognition, avril 2013.**

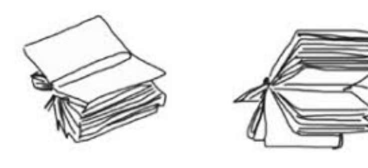
■ **C. Stephan, A. Wilkinson et L. Huber,** ***Pigeons discriminate objects on the basis of abstract familiarity,*** **Animal Cognition, avril 2013.**

■ **C. Stephan, A. Wilkinson et L. Huber,** ***Have we met before? Pigeons recognise familiar human faces,*** **Avian Biology Research, juin 2012.**

■ **C. Stephan et T. Bugnyar,** ***Pigeons integrate past knowledge across sensory modalities,*** **Animal Behaviour, mars 2013.**

■ **M. Hingee et R.D. Magrath,** ***Flights of fear: a mechanical wing whistle sounds the alarm in a flocking bird,*** **Proceedings of the Royal Society B, décembre 2009.**

■ **A. Belguermi et coll.,** ***Pigeons discriminate between human feeders,*** **Animal Cognition, novembre 2011.**



DYSLEXIE Sur la piste des origines



À l'échelle du cerveau ou du gène, des études récentes cherchent à percer le mystère des causes de la dyslexie. Les compétences scientifiques s'imbriquent pour dessiner le puzzle de ce trouble aux origines multiples.



JEFFREY GRUEN est professeur de pédiatrie et de génétique à l'université Yale, États-Unis.



GUINEVERE EDEN est directrice du Centre pour l'Étude de l'Apprentissage de l'université Georgetown, États-Unis.



JEAN-FRANÇOIS DÉMONET est directeur du Centre Leenaards de la mémoire du Centre hospitalier universitaire vaudois, Suisse.



TODD RICHARDS est professeur de radiologie et chercheur au Centre du Développement Humain et du Handicap à l'université de Washington, États-Unis.

« Ces enfants sont intelligents, seulement ils ne savent pas bien lire », prévient Jeffrey Gruen, professeur à l'université Yale. Une précision utile concernant la dyslexie, un trouble de la lecture qui toucherait environ 10 % des enfants d'âge scolaire. Confusions de sons entre les lettres, inversions de lettres, inversions de syllabes… Ces erreurs se retrouvent généralement à l'écrit par la suite. « Le défi consiste à identifier ces enfants avant qu'ils n'échouent à l'école et qu'ils se croient stupides », poursuit le chercheur. Remonter aux causes de la dyslexie permettrait donc de mieux la débusquer pour prévenir ces situations difficiles. De nombreuses études s'attellent aujourd'hui à lever progressivement le voile sur les origines de ce trouble.

DIFFÉRENCES CÉRÉBRALES : CAUSE OU CONSÉQUENCE ? L'équipe de Guinevere Eden, chercheuse à l'université Georgetown, s'est intéressée ▶

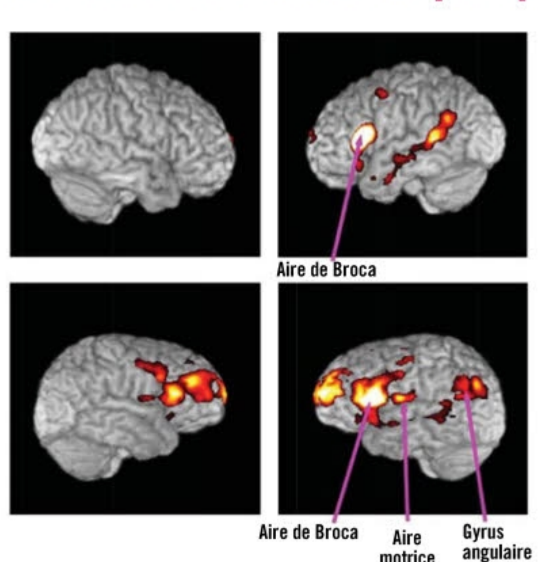
ANGIOLINA/FOTOLIA



Monde de l’enfance

PAR ESTHER LEBURGUE

Une tablette numérique pour étudier le cerveau dyslexique



Que se passe-t-il dans le cerveau des enfants dyslexiques lorsqu'ils lisent et écrivent ? Une équipe de l'université de Washington à Seattle a conçu une tablette numérique sur laquelle ils utilisent un stylo à fibre optique pendant que l'on scanne leur cerveau. « Nous avons un test pour la lecture et l'autre pour l'écriture, explique Todd Richards, professeur de radiologie impliqué dans le projet. Pendant ces tests, certaines zones du cerveau sont actives et donc s'allument sur les images IRMf. Trois nous intéressent plus particulièrement : l'aire de Broca, le gyrus angulaire et le gyrus fusiforme. » Les données récoltées permettront de répondre à plusieurs questions concernant la dyslexie ou la dysgraphie, ce trouble qui perturbe le tracé de l'écriture. « Observe-t-on une déformation de l'écriture ? Comment se traduit-elle en terme d'activité cérébrale ? », énumère le chercheur.
Des résultats préliminaires de ce projet, qui devrait encore durer trois ans, seront présentés en novembre à San Diego lors d'une conférence dédiée à la



au cerveau des personnes dyslexiques. Plus particulièrement à une région nommée V5/MT, située dans le cortex visuel et impliquée dans la reconnaissance des mouvements. Dès 1996, la scientifique a confirmé, à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), que cette zone située à l'arrière de la tête est moins active chez les personnes dyslexiques confrontées à des stimuli visuels. Ses travaux plus récents, publiés en juin dernier, sont allés plus loin. « On sait qu'il y a des différences cérébrales chez les sujets dyslexiques, explique-t-elle. Mais est-ce une cause ou une conséquence de la dyslexie ? » Pour y répondre, l'équipe a procédé par étapes. « L'étude d'adultes et d'enfants, lecteurs normaux, confirme le fait que mieux on lit, plus cette zone est active », précise la chercheuse.

Puis les réactions cérébrales de 14 enfants dyslexiques et 14 non-dyslexiques ont été comparées. D'abord par catégorie d'âge. Les deux groupes montrent une nette différence, avec une activité moindre chez les dyslexiques de même âge. En revanche, ce déséquilibre disparaît en les comparant non pas par classe d'âge, mais par niveau de lecture. « Plus on a l'occasion de lire, plus cette partie du système visuel serait active », décrypte la chercheuse. La troisième étape a permis de valider cette hypothèse : les enfants dyslexiques ont bénéficié d'un entraînement intense, non pas sur la reconnaissance des mouvements, mais bien sur la lecture. Leur niveau de lecture s'est élevé et avec lui l'activité dans la région V5/MT. « On sait maintenant que le déficit d'activité dans cette région du cerveau est une conséquence de l'apprentissage de la lecture, plutôt qu'une cause des problèmes », conclut Guinevere Eden. Il ne servirait donc à rien de traiter le système visuel des jeunes dyslexiques, en leur faisant porter des lentilles ou en proposant des exercices oculaires, mais bien de les faire travailler sur le langage.

LA PISTE GÉNÉTIQUE EN QUESTION. D'autres scientifiques travaillent à une échelle bien plus petite pour comprendre la genèse de la dyslexie et expliquer le fonctionnement différent du cerveau. La dyslexie aurait une origine génétique. On constate en effet qu'un parent dyslexique a un risque accru d'avoir un enfant dyslexique par rapport à un lecteur normal. Des études menées jusqu'à présent ont permis d'estimer à 60 % l'héritabilité de ce trouble. Ainsi, dans le cas de jumeaux monozygotes, si l'un est dyslexique, l'autre a environ 60 % de risque de l'être également.

Pour Jeffrey Gruen comme pour nombre de chercheurs, cela ne fait pas de doute, plusieurs gènes candidats ayant déjà été identifiés. En 2005, avec son équipe, il en a d'ailleurs révélé un : DCDC2, situé sur le bras court du chromosome 6. Ces travaux ont également bénéficié de la contribution de son collègue Joseph LoTurco, qui a inhibé l'expression de DCDC2 et observé des effets sur la migration

neurobiologie du langage. Pour Todd Richards, ce qui importe avant tout après dix années passées à étudier le cerveau dyslexique, est le message d'espoir à adresser aux parents : « les enfants dyslexiques peuvent s'améliorer, il est important de le savoir. Le cerveau peut changer ! »

RÉFÉRENCE

■ **F. Reitz et coll.,** ***A low-cost, computer-interfaced drawing pad for fMRI studies of dysgraphia and dyslexia,*** **Sensors, avril 2013.**

> **“** L'origine de la dyslexie est multiple : génétique, hormonale, environnementale **”**



neuronale. Cette migration, nécessaire pour former le cortex cérébral, se produit in utero, pendant les étapes précoces du développement du cerveau. Lorsque DCDC2 ne peut pas fonctionner normalement, les neurones stoppent leur migration, avec des conséquences ultérieures lors de l'apprentissage de la lecture. « En français comme en anglais, on décode une lettre grâce à un son produit dans notre tête, explique Jeffrey Gruen. Cette opération se déroule au niveau du lobe temporal. Puis cette information est envoyée vers la partie antérieure du cerveau, où un sens lui est attribué. Cette connexion, qui repose sur un circuit de neurones, doit être efficace. »

DCDC2, READ1 ET LES AUTRES. Si un gène comme DCDC2 affecte la migration neuronale, alors ce circuit neuronal peut en pâtir. L'IRM apporte la preuve de cette mauvaise circulation de l'information. Chez un lecteur normal, on observe une activité dans le lobe temporal et la partie antérieure du cerveau à la réception d'une information. Chez les personnes dyslexiques, l'activation est plus diffuse, car ils mobilisent des circuits alternatifs, le principal étant déficitaire.

Les chercheurs se sont donc penchés de plus près sur ce gène, DCDC2. L'équipe de Jeffrey Gruen a suspecté une portion de gène chargée de réguler la transcription génétique : l'intron BV677278. Pour en savoir plus, ils se sont appuyés sur les données recueillies auprès de plus de 12 000 enfants dans les années 1990 par l'université de Bristol. Ces enfants n'étaient pas tous dyslexiques, ils reflétaient la population générale. Les chercheurs ont d'abord constaté que cet intron est très polymorphe, il en existe plus de quarante variations sur la planète. « Nous avons fait plusieurs découvertes surprenantes, poursuit Jeffrey Gruen. La première est que l'allèle 5 de BV677278 est fortement associé à la dyslexie. La seconde est que cet intron présente une interaction particulière avec un autre gène spécifique de la dyslexie, KIAA0319. Ainsi, une personne qui possède une mauvaise variante pour chaque gène a non pas deux fois, mais huit fois plus de chances d'avoir un problème. » Au fur et à mesure des ses travaux, Jeffrey Gruen démêle ainsi le mécanisme de transcription de ces gènes associés à la dyslexie. Avec son équipe, il propose de “débaptiser” BV677278 pour lui donner un autre nom : READ1, pour “regulatory element associated with dyslexia 1”.

UNE MULTITUDE DE FACTEURS IMPLIQUÉS. Les efforts combinés des différentes équipes de recherche dressent petit à petit un tableau plus précis de la dyslexie et de ses causes. « On a abandonné l'idée qu'un trouble aussi compliqué puisse être expliqué par une anomalie sur un seul gène, conclut Jean-François Démonet, chercheur au département des neurosciences cliniques du Centre hospitalier universitaire vaudois. Il dépend de plusieurs facteurs génétiques réunis et sûrement d'autres facteurs associés, comme l'environnement du cerveau en développement ou encore des facteurs hormonaux. On sait en effet que le pourcentage de dyslexiques est plus élevé chez les garçons, du fait de l'influence de la testostérone lors de la formation du cerveau. »

Le projet Neurodys, mené de 2006 à 2009 par des chercheurs de neuf pays européens dans le but de mieux comprendre les mécanismes de la dyslexie, sera certainement une source de découvertes passionnantes dans les années à venir. Cette base de données biologiques mondiale, à laquelle ont participé plus de 4 000 enfants, est déjà à l'étude dans les laboratoires de nombreuses équipes de recherche… ●

RÉFÉRENCES

■ **O.A. Olulade, E.M. Napolielo et G.F. Eden,** ***Abnormal visual motion processing is not a cause of dyslexia,*** **Neuron, juin 2013.**

■ **G.F. Eden et coll.,** ***Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging,*** **Nature, juillet 1996.**

■ **H. Meng et coll.,** ***DCDC2 is associated with reading disability and modulates neuronal development in the brain,*** **PNAS, novembre 2005.**

■ **N.R. Powers et coll.,** ***Alleles of a polymorphic ETV6 binding site in DCDC2 confer risk of reading and language impairment,*** **The American Journal of Human Genetics, juin 2013.**



DAVID DESTENO
est chercheur en psychologie et directeur du laboratoire des émotions sociales de l'université Northeastern, États-Unis.


RUPERT KING/GETTYIMAGES

PAR CLÉMENCE GUEIDAN

Pour mieux vivre avec les autres… méditez !

On savait déjà que la méditation constitue un excellent moyen de développer sa concentration et son attention. Aujourd'hui, de nouvelles études montrent que cette pratique peut aussi avoir des effets positifs sur nos relations avec autrui, en renforçant l'empathie, la bienveillance et la compassion. Coup de projecteur sur ce cheminement intérieur, qui se voit à l'extérieur…

Dans un monde qui valorise l'individualisme, l'efficacité et la performance, nous avons parfois tendance à perdre pied et à oublier l'importance du lien social. L'année dernière, un sondage révélait que plus de la moitié des Français connaissent des périodes de solitude et ce phénomène semble en progression. Comment l'expliquer ? « Le grand problème de notre société, c'est que la question de l'amour est absente de la plupart des discours, affirme Fabrice Midal, philosophe et fondateur de l'École Occidentale de Méditation. On parle éventuellement de la relation amoureuse, mais la question de l'amour, de la bienveillance, de la tendresse, est très peu développée et très peu considérée. » Comment faire alors pour recréer ce lien qui nous fait défaut ?

MUSCLER SA COMPASSION. S'il n'existe pas de remède miracle, la méditation semble néanmoins représenter une voie particulièrement intéressante, ▶


CHARLES RAISON est professeur et chercheur en psychiatrie à l'université d'Arizona, États-Unis.


STEFAN HOFMANN est chercheur et directeur du laboratoire de recherche Psychothérapie et Emotion de l'université de Boston, États-Unis.


FABRICE MIDAL est philosophe et fondateur de l'École Occidentale de Méditation, France.

MÉDITATION : une philosophie, plusieurs méthodes

Il existe de nombreuses façons de pratiquer la méditation. Certaines sont centrées sur soi, d'autres sur un objet de pensée spécifique ; les unes sont actives tandis que les autres demandent le plus grand calme. Petit tour d'horizon, pour choisir la solution qui vous convient le mieux.

LA PLEINE CONSCIENCE : ce type de méditation consiste à apprendre à revenir au moment présent en étant plus attentif, à sortir du "pilotage automatique" dans lequel nous tombons souvent et à dépasser les trop grandes intensités émotionnelles qui nous empêchent d'apprécier pleinement notre existence.

LA BIENVEILLANCE AIMANTE : très ancienne, mais peu connue en Occident, cette pratique vise à développer la bienveillance – pour soi et pour les autres. Elle encourage à se concentrer sur les sentiments positifs que nous ressentons vis-à-vis de nos proches, ainsi qu'à développer cette ouverture et cette chaleur pour des personnes qui ne nous sont pas particulièrement chères, voire pour des inconnus.

LA MÉDITATION BASÉE SUR LA COMPASSION : cette méthode intègre la pleine conscience, mais fait également appel à des techniques plus actives, dont le but est de remettre en questions nos idées préconçues sur autrui. De plus, elle utilise la visualisation pour tenter de générer des émotions positives.

LA MÉDITATION TRANSCENDANTALE : ce type de méditation se pratique à l'aide d'un mantra, c'est-à-dire un mot ou une suite de syllabes dépourvus de signification. La répétition de ce mantra, combinée à des exercices de respiration, offrirait un support à la concentration et permettrait à l'esprit de s'apaiser afin d'atteindre la "conscience pure".

LA MÉDITATION DYNAMIQUE : recommandée pour être pratiquée le matin, il s'agit d'une méthode faisant la part belle à l'action et au mouvement. Respiration profonde et rapide, expression sans entrave des émotions, sauts, danse, et une part d'observation silencieuse font partie des cinq phases de cette technique libératrice pour le corps et l'esprit.



▶ dans la mesure où sa pratique renforce nos comportements prosociaux. C'est ce qu'a mis en évidence David DeSteno dans une étude dont les résultats seront prochainement publiés. Ce chercheur en psychologie, à la tête du laboratoire des émotions sociales de l'université Northeastern aux États-Unis, a demandé à des volontaires de s'entraîner à la méditation pendant huit semaines. Les participants sont ensuite rappelés pour venir passer des tests cognitifs, un prétexte pour observer leur réaction face à la souffrance d'autrui : alors qu'ils patientent dans la salle d'attente, un complice fait son entrée, s'appuyant sur des béquilles et visiblement mal en point. Résultat, les individus ayant pratiqué la méditation sont bien plus enclins à lui proposer leur siège. « La volonté d'aider les autres spontanément a augmenté de 16 à 50 % parmi les méditants », détaille David DeSteno. Des résultats qui confirment ceux d'une autre étude, publiée en mai dernier par Richard Davidson et ses collègues de l'université du Wisconsin et selon laquelle notre compassion peut être "musclée" grâce à un entraînement régulier. Mais comment expliquer ce changement d'attitude radical ? Pour David DeSteno, deux

> « La pratique régulière de la méditation renforce nos comportements prosociaux »

Cinq conseils pour bien commencer à méditer

1 Choisir son type de méditation. Fabrice Midal recommande de débuter avec la pleine conscience, car cette pratique vise à nous ramener au moment présent. Une fois maîtrisée, il est plus simple de découvrir d'autres types de méditation.

2 Faire ses premiers pas chez soi. Au départ, il est inutile, voire perturbant, de pratiquer en groupe. Mieux vaut commencer à la maison, avec un CD par exemple, et découvrir la pratique pas à pas.

3 S'assurer d'être au calme. Choisissez un endroit où vous vous sentez à l'aise, chez vous ou pourquoi pas dans la nature, et un moment de la journée où vous ne serez pas dérangé. Pensez à éteindre votre téléphone pour plus de tranquillité.

4 Trouver la bonne position. Que vous choisissiez de rester assis ou allongé, il est primordial de s'installer confortablement. En effet, une position désagréable risque rapidement d'interrompre votre séance.

5 Faire preuve de patience. La méditation ne s'apprend pas du jour au lendemain, c'est un véritable chemin qu'il faut parcourir à son rythme. Les premiers effets mettront sans doute plusieurs semaines avant de se faire ressentir, mais ne vous découragez pas et pratiquez de manière régulière.

POUR ALLER PLUS LOIN :

■ **F. Midal, *Pratique de la méditation,* Le Livre de Poche, octobre 2013. Version augmentée, et fournie avec un CD permettant de s'initier.**

MARIDAV/FOTOLIA

mécanismes entrent en jeu : « tout d'abord, la méditation peut rendre les personnes plus attentives à leur entourage, car elles sont moins distraites par leurs propres pensées. Elle peut également les aider à dépasser la notion de catégorie sociale et à considérer les autres comme leurs semblables – un phénomène connu pour favoriser les comportements d'aide. »

UNE SENSIBILITÉ SOCIALE PLUS DÉVELOPPÉE. De son côté, Charles Raison, professeur et chercheur en psychiatrie à l'université d'Arizona, a poussé la réflexion encore plus loin. Dans une étude publiée en octobre 2012, il s'est intéressé aux effets de la méditation sur nos processus d'empathie et plus particulièrement sur notre capacité à reconnaître les états mentaux d'autrui. Pour cela, il a fait passer un test intitulé "lire l'esprit dans les yeux" à des volontaires avant et après huit semaines d'entraînement à la méditation. Cet exercice consiste à présenter des photographies de regards aux participants en leur demandant quel est le sentiment de la personne sur l'image : irrité, joyeux, nerveux, amical, confiant… Les résultats montrent que « les individus ayant pratiqué la méditation présentent une amélioration de leur capacité à reconnaître rapidement des expressions faciales subtiles », rapporte Charles Raison. Et ce n'est pas tout ! Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), le chercheur a observé l'activité cérébrale des participants alors qu'ils réalisaient cette tâche. Il a découvert « une augmentation de l'activité dans les régions connues pour être importantes dans le fonctionnement social, comme le gyrus frontal inférieur, le cortex cingulaire et le sulcus temporal supérieur. » Ainsi, selon Charles Raison, « la pratique de la méditation ne conduit pas seulement à être plus attentif ou plus motivé, comme cela a déjà été montré dans des travaux antérieurs, elle rend plus sensible aux autres individus ». Rien d'étonnant pour Fabrice Midal, qui estime que certains types de méditation (voir encadré) nous apprennent à développer « une plus grande chaleur, une plus grande bienveillance, une plus grande ouverture de cœur et d'esprit ».

DES PERSPECTIVES SUR LE PLAN CLINIQUE. Si la méditation peut donc renforcer l'empathie et l'altruisme, d'autres travaux, comme ceux de Stefan Hofmann, soulignent aussi l'intérêt de cette pratique pour les personnes souffrant de problèmes impliquant des processus sociaux, comme l'anxiété sociale, les conflits conjugaux, la colère ou encore la dépression. Ce chercheur, à la tête du laboratoire de recherche Psychothérapie et Emotion de l'université de Boston, est formel : « l'humain est un animal social ! Nous avons autant besoin d'être connectés aux autres que d'eau ou de nourriture. C'est un besoin élémentaire ». Il émet donc l'hypothèse que « traiter ces personnes avec des médicaments qui vont soulager leurs symptômes relève de la pensée à court terme. Pour réellement les soigner, il faut rétablir la connexion avec les autres individus, et c'est précisément ce que certains types de méditation encouragent ». Attention toutefois ! La méditation n'a rien à voir avec un simple "outil", avertit Fabrice Midal : « c'est un chemin qui nous rend plus humains, nous apprend à assumer des difficultés, des fragilités et à développer de la bienveillance. Il est donc hors de propos de la considérer sous le prisme de l'efficacité. » ●

RÉFÉRENCES

■ **P.P.Condon et coll.,** ***Meditation increases compassionate responses to suffering,*** **Psychological Science, à paraître.**

■ **H.Y. Weng et coll.,** ***Compassion training alters altruism and neural responses to suffering,*** **Psychological Science, mai 2013.**

■ **J.S. Mascaro et coll.,** ***Compassion meditation enhances empathic accuracy and related neural activity,*** **Social Cognitive and Affective Neuroscience, janvier 2013.**

■ **S.G. Hofmann, P. Grossman et D.E. Hinton,** ***Loving-kindness and compassion meditation : potential for psychological interventions,*** **Clinical Psychology Review, novembre 2011.**

Essentiels au développement du cerveau, les oméga-3 contribuent à repousser le déclin cognitif chez les personnes âgées. Mais de nouveaux résultats de recherche nuancent aujourd'hui les vertus attribuées à ces acides gras surmédiatisés.

OMÉGA 3 : UN ÉLIXIR COGNITIF ?

GETTY IMAGES/CL

Yaourts, œufs, margarine… Les produits enrichis en oméga-3 envahissent les rayons des supermarchés, vantant les multiples bénéfices de ces acides gras polyinsaturés sur l'organisme – et le cerveau. Ces dernières années, de nombreuses études se sont penchées sur leurs effets et leurs mécanismes d'action pour démêler le vrai du faux. Et plusieurs résultats de recherche accréditent l'idée que les oméga-3 font partie de nos meilleurs atouts santé. Ainsi, d'après une étude publiée l'an passé, ils ralentiraient un processus biologique lié au vieillissement. Leur prise quotidienne, sous forme de compléments alimentaires, chez des seniors durant quatre mois a permis de limiter le raccourcissement des télomères – des segments d'ADN présents dans les globules blancs. Cette étude a également révélé un autre effet possible des compléments d'oméga-3 : une diminution du stress oxydatif, impliqué dans le vieillissement cellulaire.

DES EFFETS SUR LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

Parmi les principaux bénéfices reconnus par la science, on peut noter le renforcement du système immunitaire, le bon fonctionnement du système cardio-vasculaire, et surtout le développement du cerveau. Depuis quelques années, les neuroscientifiques s'intéressent aussi à leurs effets cognitifs. Une équipe de l'université de Pittsburgh a découvert que des compléments alimentaires d'oméga-3, pris chaque jour pendant six mois, améliorent la mémoire de travail de jeunes adultes. Ce ne seraient donc pas seulement les personnes plus âgées qui en bénéficieraient, pour compenser les premiers signes de déclin cognitif, mais aussi la population considérée comme la plus efficiente au niveau des fonctions supérieures.

Les mêmes chercheurs ont tenté d'identifier les mécanismes cérébraux en jeu. Plusieurs hypothèses sont en cours actuellement, basées sur des analyses effectuées chez des rongeurs : la prise d'oméga-3 aurait pour conséquence de favoriser le stockage de dopamine – un neurotransmetteur associé notamment à la mémoire de tra-



LES ALIMENTS RICHES EN OMÉGA-3

De très nombreux aliments contiennent au moins un des trois types d'oméga-3 – l'acide alpha-linolénique (ALA) l'acide docosahexaénoïque (DHA) et l'acide eicosapentaénoïque (EPA). Ainsi, les noix et amandes sont riches en ALA, tandis que les poissons gras sont l'une des principales sources d'EPA et de DHA. En fait, il suffit d'avoir une alimentation diversifiée et équilibrée pour s'assurer d'ingérer de suffisamment d'oméga-3. Voici les principales sources :

Huiles : colza, soja et noix.
Légumes : salade, mâche, épinard, haricot, brocoli.
Viandes : lapin, oie, gibier, escargot.
Poissons : saumon, maquereau, hareng, anchois, sardine.
Fruits : framboise, groseille.
Fruits secs : noix, amande.

vail – ou encore d'augmenter la libération d'une protéine (dite protéine du transport vésiculaire des monoamines), connue pour son implication dans la prise de décision. Mais les travaux de l'équipe de Pittsburgh n'ont pas permis de les confirmer. Le mystère sur les mécanismes d'action des oméga-3 n'est donc pas encore levé…

AU CŒUR DU RÉGIME MÉDITERRANÉEN

Et ce ne sont pas les résultats contradictoires de deux études de grande ampleur qui vont y contribuer ! En avril dernier, la revue Neurology a publié la plus vaste enquête scientifique concernant les effets du régime méditerranéen sur la cognition. Riche en acides gras polyinsaturés, notamment en oméga-3, il contribuerait à préserver la mémoire et l'agilité cognitive des seniors. Parmi les plus de 17 000 personnes suivies pendant quatre ans, celles qui respectent le plus le régime méditerranéen ont en moyenne 19 % de risque en moins de développer des difficultés mnésiques et cognitives. Mais une méta-analyse de plusieurs études, représentant plus de 3 500 personnes d'une moyenne d'âge de 60 ans, révèle de son côté que les compléments d'oméga-3 n'auraient pas de bénéfice avéré. Les chercheurs ont comparé les effets de ces acides gras, contenus dans des capsules ou dans de la margarine enrichie, par rapport à des margarines basiques. Les participants qui ont suivi pendant six mois à trois ans ce régime enrichi en oméga-3 n'obtiennent pas de meilleurs résultats que les autres dans les tests de mémoire ou de fluence verbale…

Comment expliquer une telle différence de résultats entre les deux recherches ? S'il est bien question d'oméga-3 dans les deux cas, leur contexte d'absorption n'est pas le même : d'un côté, les acides gras sont directement issus de l'alimentation quotidienne, dans le cadre d'un régime équilibré suivi pendant plusieurs années : de l'autre, ils sont proposés sous forme de complément alimentaire pendant une période beaucoup plus brève, chez des seniors. Si vous souhaitez bénéficier pleinement des bénéfices des oméga-3, n'attendez pas la retraite pour leur accorder une large place dans vos habitudes alimentaires… ●

RÉFÉRENCES

■ **G. Tsivgoulis et coll.,** ***Adherence to a Mediterranean diet and risk of incident cognitive impairment,*** **Neurology, avril 2013.**

■ **E. Sydenham, A.D. Dangour et W.S Lim,** ***Omega 3 fatty acid for the prevention of cognitive decline and dementia,*** **Cochrane Database of Systematic Reviews, juin 2012.**



De l'entrée au dessert, chaque repas peut fournir des acides gras polyinsaturés. Une simple salade de mâche, avec une vinaigrette à base d'huile de noix, pour accompagner un carpaccio de saumon : délicieux et parfait pour le cerveau ! Même l'apéritif entre amis peut être riche en oméga-3, à l'image de ces trois recettes simples à réaliser.

GETTY IMAGES

BEIGNETS DE BROCOLI

> 600 g de brocolis
> 2 jaunes d'oeuf
> 120 g de farine
> 1 c. à soupe de Maïzena
> 1 c. à café de bicarbonate de soude

Nettoyez les brocolis, coupez-les en petits bouquets et faites-les cuire 3 mn dans de l'eau bouillante salée. Égouttez-les et stoppez la cuisson en les rafraîchissant sous l'eau froide. De nouveau, laissez-les s'égoutter dans une passoire.
Préparez la pâte en mélangeant la farine, la Maïzena, le bicarbonate de soude et les jaunes d'oeuf, puis versez 25 cl d'eau très froide tout en fouettant jusqu'à obtenir un mélange homogène et légèrement épais.
Faites chauffer un bain d'huile, plongez les brocolis dans la pâte, faites-les frire 2 à 3 mn puis égouttez les beignets sur une feuille de papier absorbant. Servez immédiatement avec une sauce maison, type aïoli ou tartare.

SARDINES MARINÉES

> 12 sardines fraîches
> 200 g de fromage frais
> 4 oignons nouveaux
> 40 g de pignons
> 20 g de raisins secs
> 3 citrons
> Herbes fraîches (basilic, ciboulette, menthe, etc.)
> Huile d'olive

Faites vider et écailler les sardines par le poissonnier, puis coupez-leur la tête, tailler le ventre jusqu'à l'arête et retirez cette dernière.
Placez les sardines dans un grand plat creux, versez 4 c. à soupe d'huile et le jus de deux citrons. Salez, poivrez et mettez au frais pendant 1 h minimum.
Mélangez le fromage, 1 c. à soupe d'huile, le jus d'un citron, les pignons, les raisins, les oignons émincés et des herbes finement ciselées.
Déposez les sardines sur une assiette, côté peau, répartissez la farce et roulez les poissons sur eux-mêmes en les maintenant avec une petite pique en bois.



RILLETTES DE LAPIN

> 4 cuisses de lapin
> 300 g de graisse d'oie ou de canard
> 3 branches de thym frais
> 1 carotte
> 1 gros oignon
> 1 bouquet garni
> 10 cl de vin blanc sec
> sel, poivre (dont 5 grains)

Préparez le court-bouillon, en portant à ébullition ¾ l d'eau, puis en ajoutant le vin, la carotte, l'oignon pelé, le bouquet garni, du sel et les grains de poivre.
Ajoutez les quatre cuisses et portez de nouveau à ébullition, couvrez et laissez cuire à frémissement pendant 2 h.
Égouttez le lapin, laissez tiédir et effilochez la chair.
Faites fondre la graisse dans un faitout, ajoutez le lapin et mélangez.
Ajoutez le thym, assaisonnez à votre convenance puis placez dans une terrine et mettez au frais pendant au moins 24 h.

Solutions page 78

LE CAHIER JEUX

Le monde de l'intelligence

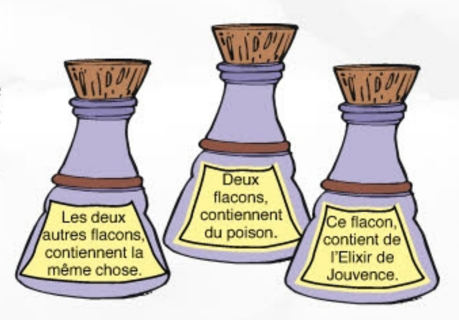
La gymnastique de l'esprit

par Bernard Myers

Voici une série de jeux variés, sans score final !
Sentez-vous libre de les résoudre dans l'ordre que vous souhaitez…

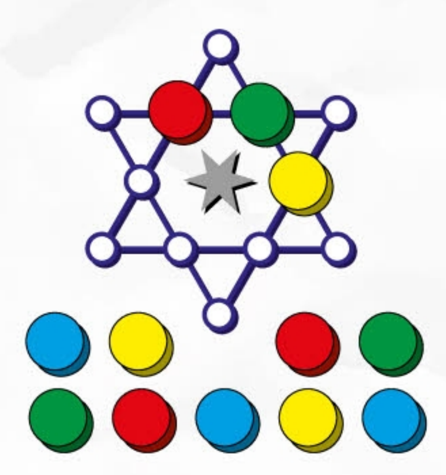
LES FLACONS

Dans l'un de ces flacons, il y a de l'élixir de jeunesse, dans un autre du poison, et dans le dernier de nouveau, soit de l'élixir de jeunesse soit du poison. Si le flacon contient de l'élixir, l'étiquette est juste, s'il contient du poison, elle est fausse. Quel flacon choisirez-vous pour avoir de l'élixir?



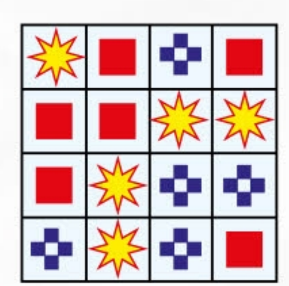
L'ÉTOILE

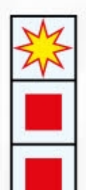
Comment faut-il placer les jetons sur les emplacements libres pour que chaque ligne droite comprenne un jeton de chaque couleur : rouge, vert, bleu et jaune?

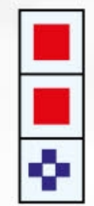


DÉCOUPAGE

Une grille comme celle représentée ci-dessous a été découpée en 5 bandes de trois petits carrés. Il restait donc un carré seul : lequel était-ce?

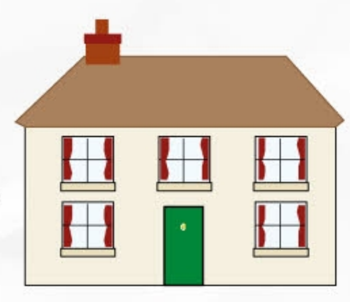





LA MAISON DES AMIES

Cinq amies partagent cette maison, et il se trouve qu'elles ont chacune une chambre avec une fenêtre sur la façade. Pouvez-vous donner à chacune la fenêtre qui lui revient à l'aide des informations suivantes?
Anouk est dans une chambre qui se trouve directement au-dessus de celle de Bianca. En regardant la façade, on voit que la chambre de Cynthia est juste à droite de celle de Dorothée.
La fenêtre d'Estelle est plus vers la gauche que celle de Cynthia.



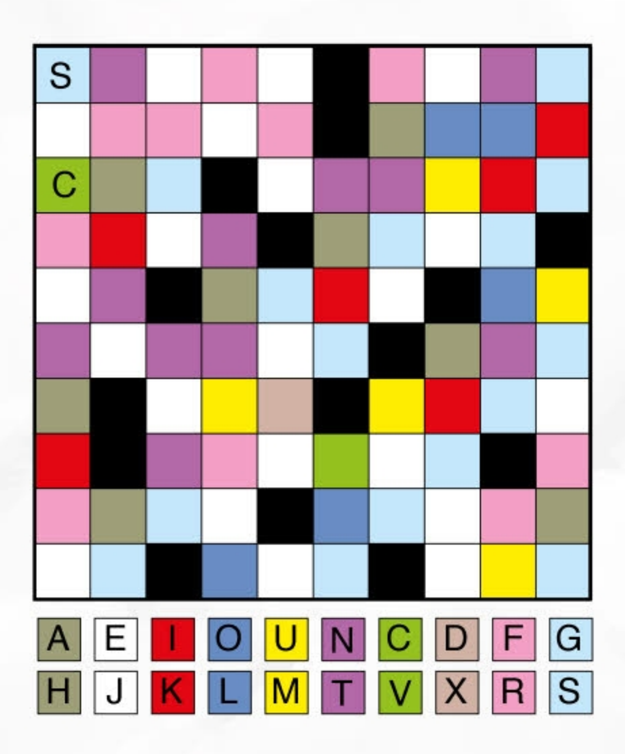
Solutions page 78

LE CAHIER JEUX



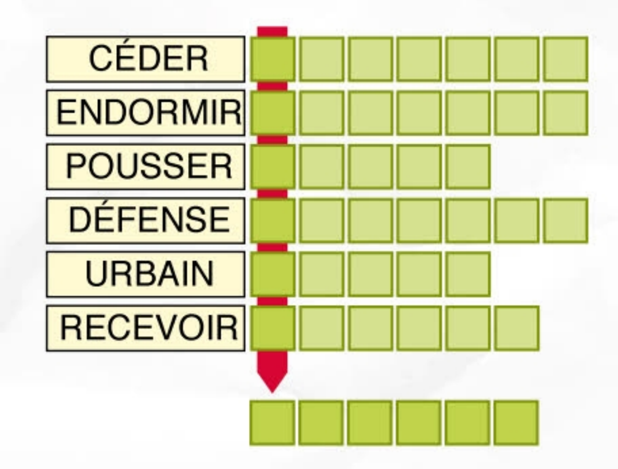
CODE-COULEUR

Remplissez la grille de mots croisés ci-dessous en plaçant les lettres grâce au code couleur donné sous la grille.



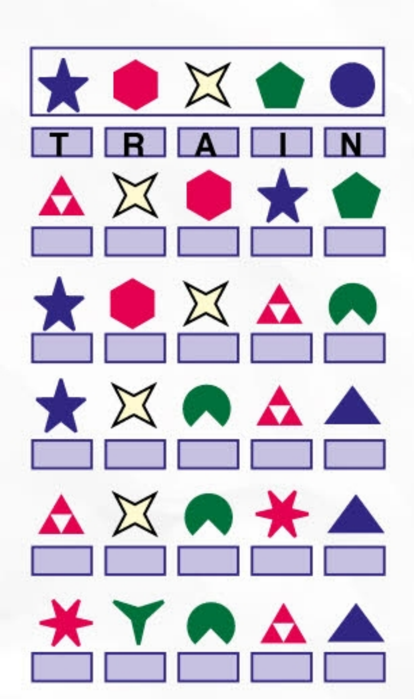
LE DERNIER CONTRAIRE

Trouvez les contraires de chaque mot donné ci-dessous et notez-les dans les cases correspondantes. Les premières lettres formeront verticalement un autre mot : notez son contraire dans les cases du bas.



CRYPTO-MOTS

Les signes de la première ligne forment le mot “TRAIN” ; trouvez les mots suivants, écrits dans le même code.



MOTS EN ÉTOILE

Pour chaque étoile, formez trois mots qui se lisent dans le sens des flèches en plaçant une lettre au centre de la 1, et 2 lettres au centre de la 2.



1



2

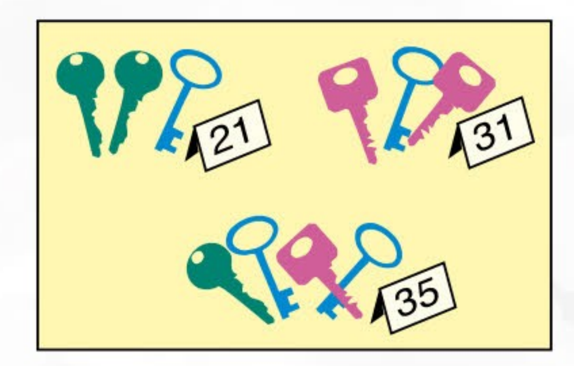
Solutions page 78

LE CAHIER JEUX



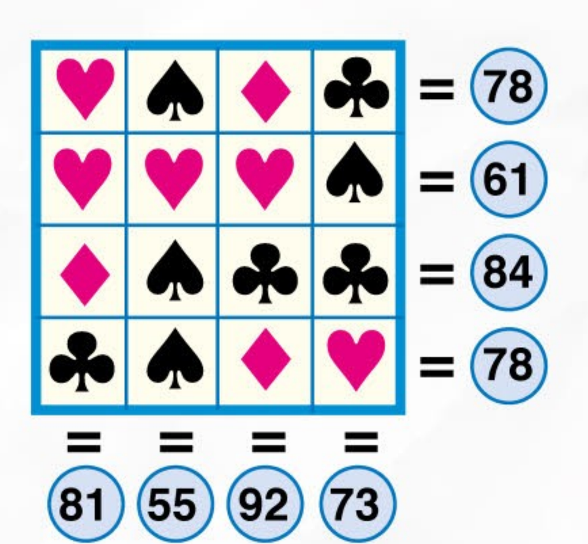
LES CLEFS

Trouvez la valeur de chaque article à l'aide des prix donnés pour chaque lot.



LA VALEUR DES SIGNES

Trouvez la valeur de chaque signe, sachant que le nombre au bout de chaque rangée et de chaque colonne représente la valeur totale des signes se trouvant dans cette rangée ou colonne.





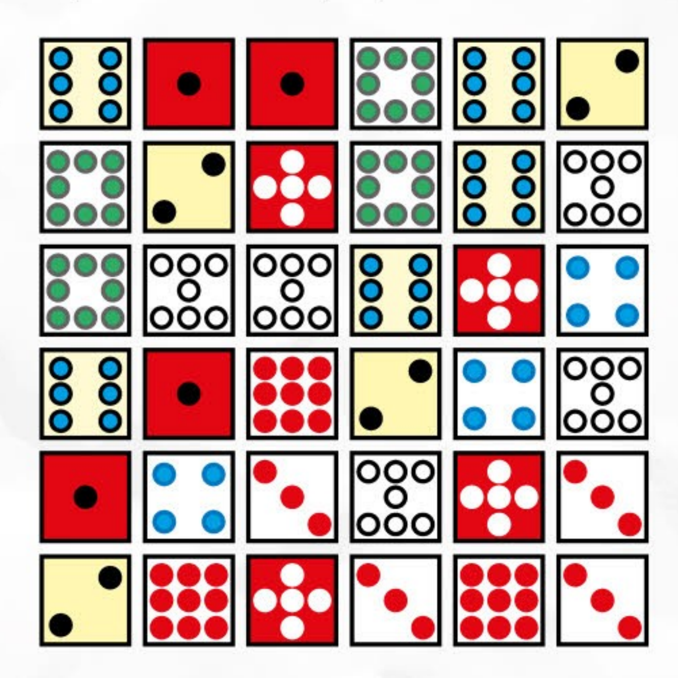






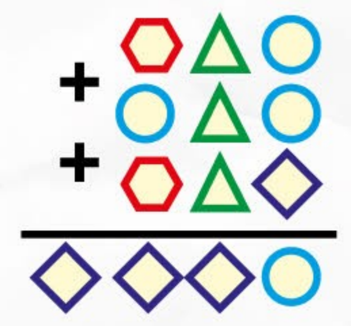
LA DIVISION PAR QUINZE

Divisez toute la grille en groupes de trois cases qui se côtoient et qui contiennent chacune quinze petits ronds.



OPÉRATION SYMBOLIQUE

Dans l'addition ci-dessous, chaque chiffre est toujours remplacé par une même forme (et une même forme remplace toujours le même chiffre). Il n'y a pas de zéro. Retrouvez l'addition en chiffres!



OPÉRATION ?

Par quel même chiffre faut-il remplacer tous les "?" pour former une opération juste?

2 ? ? + ? 2 ? - 2 2 2 = ? 8 2

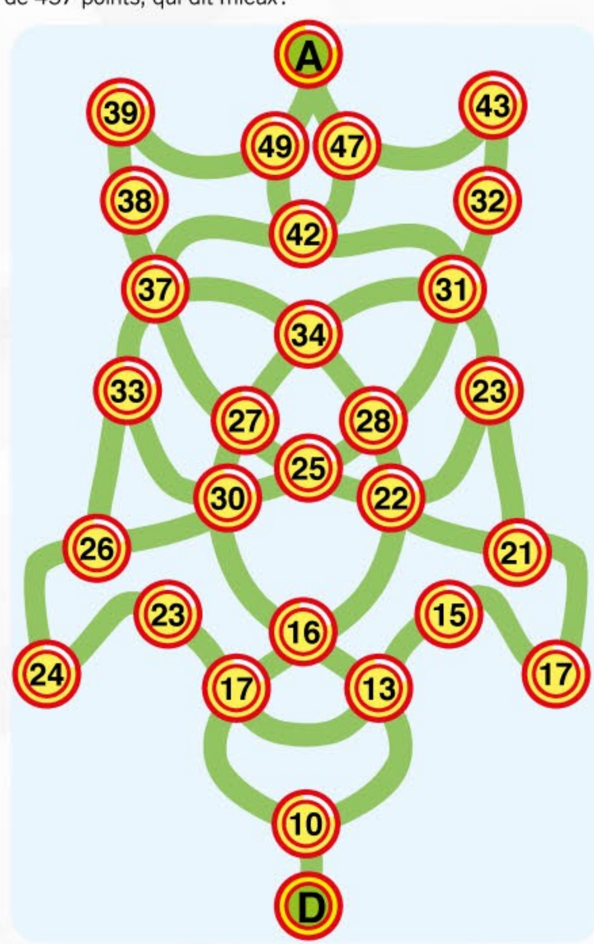
Solutions page 78

LE CAHIER JEUX



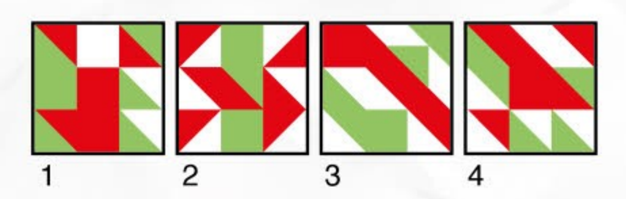
LABAPOINTS

Traversez le labyrinthe du départ « D » à l'arrivée « A » de façon à obtenir le score le plus élevé. Vous marquez le nombre de points indiqué dans chaque cercle que vous traversez, à condition que ces points soient supérieurs à ceux du cercle précédent. Si les points sont inférieurs, il faut les déduire de votre total (Par exemple de 10 à 17 à 13 à 15 on marque 10 + 17 - 13 + 15 = 29). Ne passez jamais plus d'une fois par un même cercle. Nous avons obtenu un score de 457 points, qui dit mieux?



BICOLOR

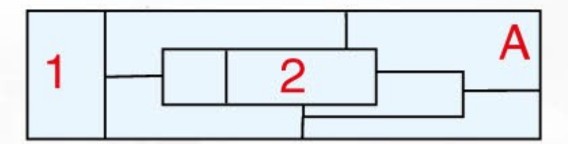
Combien de carrés ont la même surface rouge et verte?



1 2 3 4

COLOR SECTION

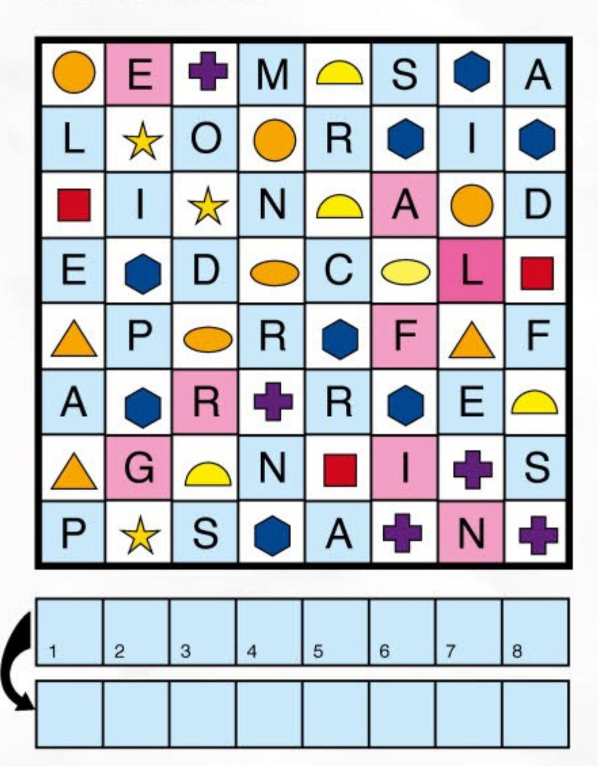
Numérotez les sections de 1 à 8 afin que 2 parties qui se côtoient ne comportent jamais des numéros qui se suivent. Quel numéro placerez-vous en A?



MOT-CHARADE

Notez dans les cases numérotées, les lettres qui correspondent aux informations ci-dessous, et vous trouverez les lettres du mot-charade. Il suffit ensuite de réarranger ces lettres pour former un mot qui correspond à la définition suivante: Souvent vers midi. Que ce soit horizontalement ou verticalement dans un sens ou dans l'autre, les lettres se trouvent:

- La 1 entre un triangle et un demi-cercle
- La 2 entre une croix et un carré
- La 3 entre un carré et un ovale
- La 4 entre un demi-cercle et un ovale
- La 5 entre un cercle et un demi-cercle
- La 6 entre un triangle et un hexagone
- La 7 entre un cercle et une croix
- La 8 entre deux croix.

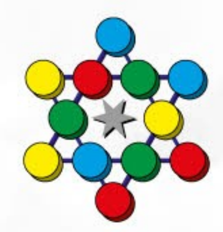


Solutions

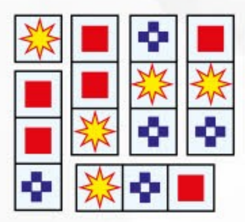
Solutions des jeux des pages 74 à 77

PAGE 74

L'ÉTOILE



DÉCOUPAGE



LES FLACONS

Le flacon du milieu avec une étiquette juste et les flacons de chaque côté contiennent du poison, l'un est l'autre avec une étiquette fausse.
Si celui de gauche contient de l'élixir, son étiquette est juste et les deux autres contiennent du poison. Mais alors l'étiquette du milieu est juste alors que le flacon contient du poison : impossible.
Si le flacon de droite contient l'élixir et si le flacon de gauche contient également de l'élixir, alors l'étiquette doit être juste et tous contiennent de l'élixir ce qui est impossible.
Si le flacon de droite contient l'élixir, et le flacon de gauche du poison, son étiquette doit être fausse et les deux autres flacons doivent contenir des liquides différents. Donc celui du milieu doit contenir du poison, mais alors son étiquette est juste : impossible.

LA MAISON DES AMIES

De gauche à droite, premier étage : Dorothée, Cynthia , Anouk, rez-de-chaussée : Estelle, Bianca.

PAGE 75

CRYPTO-MOTS

Train, parti, trapu, taupe, pause, soupe.

MOTS EN ÉTOLIE

1 E pour former : Amène, vieil et brève
2 IS pour former Aviser, caisse, foison

LE DERNIER CONTRAIRE

Résister, éveiller, tirer, attaque, rural, donner : retard - avance

CODE COULEUR



PAGE 76

LA VALEUR DES SIGNES

CŒUR = 16,
PIQUE =13,
CARREAU =27,
TRÈFLE = 22

OPÉRATION SYMBOLIQUE

ROND : 8
HEXAGONE : 6
TRIANGLE : 7
LOSANGE : 2
678 + 878 + 672 = 2228

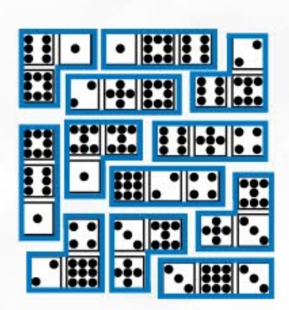
LES CLEFS

CLEF VERTE 6,
CLEF BLEUE 9,
CLEF MAUVE 11.

OPÉRATION ?

? = 7 (277 + 727 -222 = 782)

LA DIVISION PAR QUINZE



PAGE 77

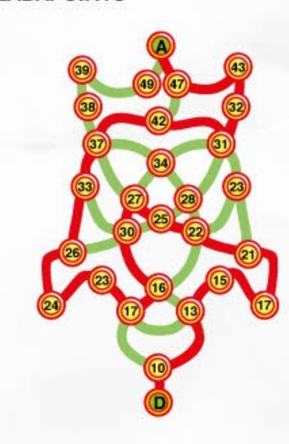
MOT-CHARADE

G-I-L-R-A-F-E-N
Ce qui donne « fringale »

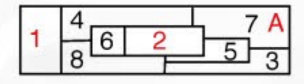
BICOLOR

3 carrés. 1 et 3 ont autant de surface rouge que verte.

LABAPOINTS



COLOR SECTION




abonnez-vous
1 an,
6 numéros
35 €
au lieu de 40,80 €
LE MAGAZINE DES NEUROSCIENCES, DE LA PSYCHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT PERSONNEL
Le monde de l'intelligence
LE DAUPHIN STRATÈGE
L'INCROYABLE INTELLIGENCE COLLECTIVE DES DAUPHINS DE SHARK BAY
www.mondeo.fr
bimestriel – n° 28 – décembre 2012 / janvier 2013
L'IRRATIONNEL
À l'épreuve des neurosciences
La perception extra-sensorielle existe-t-elle? Le cerveau est-il conçu pour « croire » ? Les guérisseurs ont-ils vraiment des aptitudes?
LE VRAI / FAUX DU PARANORMAL VU PAR LES SCIENCES
LES TECHNIQUES DES MENTALISTES
SUPERSTITIONS : LES EFFETS DE LA PENSÉE MAGIQUE
REPORTAGE
LE MONDE EN 2029
Quand l'intelligence artificielle dirigera le monde
LOGIQUE, MÉMOIRE, LANGAGE :
SCIENCES
MAÎTRISER L'ART DE L'ÉLOQUENCE
TEST

n° 5 – juillet/août 2006

DOSSIER : SÉDUCTION !
1- La quête de l'idéal ?
2- Visage, corps, gestes : les armes de la séduction
3- Du désir à l'amour, tout est cérébral
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
L'humour des enfants
Le « delphini code » !
La pensée musicale
L'ère du robot domestique
Le robot à tout faire ?
Le premier robot domestique français ?
Interview de Christophe André



n° 11 – janvier/février/mars 2008

DOSSIER : APPRENDRE AU XI SIÈCLE
1- Apprendre au XXIe siècle : interview de Stanislas Dehaene
2- Apprendre au XXIe siècle : les secrets de l'hypermnésie
3- Apprendre au XXIe siècle : la mémoire boostée par la fée électricité
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
La mémoire des gestes
Changez d'avis à la dernière seconde…
Parler de ses émotions fait du bien !
Le cerveau humain a une mémoire sociale
Pour mieux entendre : utilisez vos yeux !
Les robots prennent le volant



n° 7 – novembre/décembre 2006

DOSSIER : LA GASTRONOMIE DU PENSEUR
1- Bien manger pour nourrir son cerveau
2- Régime idéal du travailleur intellectuel
3- La gastronomie moléculaire
4- Les papilles et les neurones
5- Le goût du plaisir
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Les Aymaras ont leur futur derrière eux !
Faut-il se fier aux premières impressions ?
Dans la peau d'un autre
Pourquoi aimons-nous être surpris ?
L'appât du gain
L'intelligence collective des cafards



n° 13 – sept/oct/nov. 2008

DOSSIER : QUELLE INTELLIGENCE SANS L'HOMME ?
1- Organismes digitaux : la vie in silico
2- L'intelligence humaine… des animaux !
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Quand le sport dope le cerveau
Ne pas céder à ses pulsions !
La psychologie du consommateur
Brain TV : l'activité cérébrale sur petit écran
Que ressent-on lorsque l'on meurt ?



n° 8 – janvier/février/mars 2007

DOSSIER : L'INSTANT EURÊKA !
1- La mécanique de la créativité
2- L'illumination
3- Devenir créatif
4- Les drogues boostent-elles la créativité ?
5- La création scientifique
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Les origines de la justice dans les neurones
Pourquoi l'amour rend-il aveugle ?!
Recouvrer la vue ?
Le circuit cérébral de la décision
Le manque de sommeil nuit aux neurones
Jeremy Narby, le diplomate de l'intelligence
Des robots inspirés du monde animal !
Le Darwinisme appliqué aux robots



n° 15 – mai/juin/juillet 2009

La bonne réputation
Les réseaux sociaux
La science du baiser
L'intelligence des champions
L'apprentissage par la peur
Les tout premiers mots
Les robots Médecins
Surmonter son stress



n° 10 – juillet/août/septembre 2008

DOSSIER : LA CONCENTRATION À L'EXTRÊME
1- Les troubles de l'attention
2- Quelles méthodes pour doper sa concentration ?
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Une prévision météo de la pensée ?
Le goût du risque
Le WiFi est-il un danger pour le cerveau ?
Caméras intelligentes : la reconnaissance des visages



n° 17 – décembre/janvier/février 2010

NUMÉRO SPÉCIAL : 100 EXPÉRIENCES POUR SE DÉCRYPTER
Déchiffrer les émotions, les pensées, et les comportements
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
L'injure, sa vie, son œuvre
La science des crises
En quête de conscience





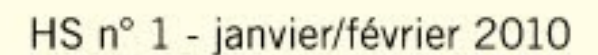




Commander des anciens numéros

Bon de commande sur la page suivante ➔

HS n° 1 - janvier/février 2010



DOSSIER : MÉMORISEZ DURABLE
Les nouvelles méthodes naturelles
Les 8 clés de l'apprentissage
Restaurer sa concentration
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
On n'oublie jamais
Quand l'émotion façonne la mémoire
De l'inné à l'acquis, quand tout bascule
32 pages de jeux de mémorisation !



n° 22 – décembre/janvier 2012

DOSSIER : L'INTUITION
Les secrets des hyper-intuitifs
Quand peut-on se fier à ses intuitions ?
La première impression est-elle la bonne ?
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Le rythme biologique des enfants
Le timide, sa vie son œuvre
Migraine, la fin d'un mystère
Comment reprendre confiance en soi ?



n° 19 – mai/juin 2011

DOSSIER : STOPPER LE VIEILLISSEMENT CÉRÉBRAL
L'éternelle jeunesse du cerveau
Notre guide pratique pour rester en forme
La méthode Jakobson
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Les bio-robots
Un air de déjà-vu
L'urbanisme cérébral
GSM : l'alerte du Pr. Belpomme
J'apprends l'hypnose en 8 étapes
Détection des mensonges, mode d'emploi



n° 23 – février/mars 2012

NUMÉRO SPÉCIAL : APPRENDRE VITE… ET MIEUX !
Les découvertes qui révolutionnent notre façon d'apprendre
Modifier son anatomie cérébrale par l'apprentissage
Banc d'essai des innovations pédagogiques
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Surmonter la peur du changement
La greffe de neurones
L'art de se plaindre : conseils et modèles de lettres !
Épuisement professionnel : limiter les pertes de mémoire et de concentration



n° 20 – juillet/août 2011

DOSSIER : DEVENIR SUPER-CRÉATIF
Super-créatif, mode d'emploi
La méthode Léonard de Vinci
La méthode Carson
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Cartographier le cerveau
Marketing et publicité : l'effet de fausse expérience
On a testé le neurocoaching
Quand stimuler nos muscles protège nos neurones
L'humour, une histoire de famille
Delgado ou les prémisses de la neurostimulation
Le sexe, une drogue comme les autres ?
Neurocoaching, la gestion des modes mentaux



n° 24 – avril/mai 2012

NUMÉRO SPÉCIAL : DOPER SON CERVEAU
Tout ce que vous devez savoir
Le banc d'essai complet des différents produits
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
L'affirmation de soi
Le syndrome des clés perdues enfin compris
Le stress modifie l'ADN !
Sortir de l'alcoolisme
Oublier la douleur
Quand internet transforme le cerveau des enfants
L'enfant imite, oui… mais pas n'importe qui !



n° 21 – septembre/octobre 2011

DOSSIER : MAÎTRISER VOTRE CONCENTRATION
Toutes les techniques au banc d'essai !
Le cerveau attentif, contrôle et lâcher-prise
Développer l'attention des enfants
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Calcul mental, les techniques de base
Les limites de l'intelligence
Apprentissage des enfants sur iPad
Le Yoga des enfants
Le guide du manager : se motiver soi-même et les autres
Guérir le cerveau, l'après-Servan-Schreiber



n° 25 – juin/juillet 2012

DOSSIER : DIRIGER
Les secrets des grands leaders
Les qualités du management féminin
Les leçons de l'Histoire
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
AVC : Une protéine miracle
Comment les femmes ressentent les émotions
Jeunes Vs séniors : le duel cognitif
Pratique : maîtriser l'art de l'éloquence
L'oubli volontaire, c'est possible
Apprendre à écrire sans stylo ?
Les secrets des bons élèves : le sport !
Autisme : vers un diagnostic ultra-précoce



n° 26 – août/septembre 2012

DOSSIER : SE RÉGÉNÉRER
(Bien) dormir : les méthodes les plus prometteuses
Méditez : votre cerveau vous le rendra au centuple !
Green Power : revitalisez votre cerveau !
Cerveau au repos : les bienfaits d'une pause
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Paralysie : l'incroyable espoir
Cerveau des jeunes parents : quand le lien se crée
Caractère : les expériences de vie plus fortes que les gènes ?
Psychopathe, mode d'emploi
Jeux vidéo d'action : testés et approuvés !
Dans la tête d'un automobiliste…



n° 29 – février/mars 2013

NUMÉRO SPÉCIAL : LES ÉMOTIONS
Comment les décrypter ?
Le langage émotionnel
La chimie des émotions
Mieux mémoriser ou négocier grâce aux émotions
Vivre en harmonie avec ses émotions
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Albert Einstein : physiologie d'un génie
Portrait psy : l'adulte roi et l'adulte tyran
Migraine : quelles conséquences à long terme ?
Comprendre sans entendre ?
Les chercheurs révèlent d'incroyables aptitudes de l'inconscient cognitif



n° 27 – octobre/novembre 2012

DOSSIER : PASSER EN MODE PROJET
La méthode Bregman
Les projets collectifs
La pédagogie de projet
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Cannabis et cerveau
Hauts potentiels
La mémoire absolue
Super-Bébé
Les secrets de la réussite scolaire
Le robot avatar



n° 30 – avril/mai 2013

NUMÉRO SPÉCIAL : A LA RECHERCHE DE DIEU DANS LE CERVEAU
- Une zone cérébrale divine dédiée à la fois ?
- La religiosité inscrite dans les gènes ?

ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Ceux qui n'ont jamais peur
L'apprentissage in utero
Simuler le bien pour devenir meilleur ?
Le temps perçu
Les neurones du Cœur !
Le rire mauvais
Optimisez votre charge mentale



n° 28 – décembre/janvier 2013

DOSSIER : L'IRRATIONNEL À L'ÉPREUVE DES NEUROSCIENCES
Des cerveaux précâblés pour croire
Les techniques des mentalistes
Le vrai/faux du paranormal
Les hallucinations par Olivier Sacks
Les effets de la pensée magique
ÉGALEMENT DANS CE NUMÉRO
Le dauphin stratège
Hypnose, réceptif ou pas ?
2029, l'avènement de la singularité ?
Obésité, du plaisir à l'addiction
Le cerveau en mode autonettoyage
Lorsque les enfants surveillent leur réputation…



Archives du Monde de L'enfance, le magazine des Sciences de l'enfant



n° 01 – octobre/novembre 2007
DOSSIER : NAÎTRE AU XXIe S.

n° 03 – avril/mai/juin 2008
DOSSIER : TOUT SOIGNER PAR PRÉVENTION ?

n° 04 – sept./oct./nov. 2008
DOSSIER : LA NUTRITION GÉNÉTIQUEMENT PERSONNALISÉE

n° 05 – déc./janvier/février 2009
DOSSIER : PLUS INTELLIGENT GRÂCE AU JEU ?

Envoi garanti sous 48 heures

JE COMMANDE DES ANCIENS NUMÉROS LE 1ER N° = 10 €, LES SUIVANTS = 8 €

(frais de port France Métropolitaine + gestion inclus)

EXEMPLES : 1 N°= 10 €, 3 N°= 26 €, 5 N°= 42 €, 7 N°= 58 €

Merci de m'adresser par retour de courrier les numéros suivants______________________________

____

Je règle par chèque à l'ordre de *Mondeo publishing*.
Merci d'adresser vos commandes (coupon ou papier libre) avec le règlement sous enveloppe NON AFFRANCHIE — à l'adresse suivante :

LIBRE RÉPONSE 19345
94309 VINCENNES CEDEX

NOM

PRÉNOM

ADRESSE

CODE POSTAL

VILLE

E-MAIL

Pour un envoi à l'étranger, pour tout renseignement ou pour payer par carte bleue par téléphone, vous pouvez contacter une opératrice au **01-75-43-09-09** *(+331-75-43-09-09 de l'étranger)*

Ces informations ne sont utilisées que pour les besoins de la commande. Nous nous engageons à ne jamais communiquer vos coordonnées postales ou électroniques à des tiers.

universcience présente

cité des sciences & de l'industrie

EXPO HABITER DEMAIN

RÉ-INVENTONS NOS LIEUX DE VIE

4 DÉC. 2012 > 10 NOV. 2013

Ⓜ Porte de la Villette

cite-sciences.fr

En partenariat avec











